



**LAJU KOROSI PELAPISAN KROM DAN NIKEL DENGAN PROSES
ELEKTROPLATING PADA BAJA KARBON RENDAH
TERHADAP VARIASI WAKTU**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat dalam Rangka Penyelesaian Studi
Starta Satu untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Oleh:

MOH. SANTOSO

NPM 6415500066

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
TAHUN 2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dipertahankan dihadapan Sidang Dewan
Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Tegal, Januari 2020

Pembimbing I



Rusnato, ST., M.Eng
NIDN 0604127401

Pembimbing II



Drs. Drajat Samyono, M.T
NIDN 0023105402

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik
Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 29 Januari 2020

Penguji I

Rusnoto, ST., M.Eng

NIDN 0604127401



Penguji II

Ir. Soebyakto, MT


NIPY 1946321960



Penguji III

Ir. Hj. Zulfah, MM

NIPY 68531051964



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Agus Wibowo ST., M.T

NIPY 126518101972

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Laju Korosi Pelapisan Krom dan Nikel dengan Proses Elektroplating pada Baja Karbon Rendah terhadap Variasi Waktu”** ini beserta seluruh isinya benar-benar merupakan karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya menanggung risiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, 29 Januari 2020

Yang menyatakan,



MOH. SANTOSO
NPM 6415500066

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Berbaktilah kepada orang tua, sebab mereka tempat ternyaman, surga di bawah telapak kaki salah satu dari mereka, Ibu.
- Jagalah kebersihan, karena bersih itu tidak kotor
- Kita semua berhak untuk tidak menjadi bodoh.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah,
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah Swt yang senantiasa memberi hidayah, sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Keluarga yang saya cintai, terutama bapak dan ibu.
3. Kawan-kawanku yang budiman.
4. Dosen Fakultas Teknik yang telah menuntunku dari gerbang pintu masuk universitas hingga gerbang pintu keluar.
5. Dosen pembimbing satu atau dua, kalian sama baiknya, aku mencintai keduanya.

PRAKATA


Alhamdulillah, puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah Swt, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Laju Korosi Pelapisan Krom dan Nikel dengan Proses Elektroplating pada Baja Karbon Rendah terhadap Variasi Waktu”** dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi starta 1 Program Studi Teknik Mesin.

Peneliti menyadari bahwa tidak mudah dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu proses penyusunan skripsi ini. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo ST., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Rusnoto, ST., M.Eng., selaku pembimbing I.
3. Drs. Drajat Samyono, M.T., selaku pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal.
5. Teman-teman dan orang-orang di sekitar saya yang selalu memberikan dorongan moral dan semangat serta setia memberikan masukan guna terselesaikannya skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, masih banyak kekurangan terdapat dalam skripsi ini tidak perlu penulis tutupi, penulis menyadari hal itu sepenuhnya. Oleh karena itu, penulis menerima dengan baik segala kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini dengan tangan terbuka.

Tegal, 29 Januari 2020


Penulis

ABSTRAK

SANTOSO, MOHAMAD. 2020. Laju Korosi Pelapisan Krom dan Nikel dengan Proses Elektroplating pada Baja Karbon Rendah terhadap Variasi Waktu.

Tujuan dari penelitian ini ialah dapat mengetahui bagaimana pengaruh laju pelapisan elektroplating menggunakan larutan chrom dan Nikel terhadap laju korosi pada baja karbon rendah klem pipa dengan variasi waktu pencelupan 35, 45, dan 65 menit.

Penelitian ini menggunakan salah satu metode eksperimen yaitu metode untuk mencari hubungan sebab akibat antara permasalahan yang telah ditentukan. Metode eksperimen kali ini yaitu melakukan sebuah perancangan pembuatan *clamp pipe* yang merupakan salah satu komponen alat berat (bego) dengan pelapisan *chromium* (krom) melalui proses elektroplating serta melakukan pengujian terhadap *clamp pipe* tersebut dengan uji komposisi dan laju korosi.

Alat-alat yang digunakan yaitu bak larutan, stopwatch, trafo, rak benda kerja, amplas besi. Bahan-bahan yang digunakan yaitu asam sulfat, air sabun, krom, specimen (baja karbon rendah berupa klem pipa). Pelaksanaan pelapisan logam yaitu 1). Siapkan alat bahan yang akan digunakan, masukan elektrolit ke dalam bak elektroplating, 2) Memanaskan elektrolit menggunakan pemanas air sampai larut, 3). Pasang semua rangkaian kelistrikan dan peralatan untuk tempat menggantungkan specimen, 4). Pasang elektroda krom sebagai logam pelapisan dipasang pada anoda (+) dan logam yang dilapisi dipasang pada katoda (-), 5). Sesuaikan jumlah dan cara meletakkan baik anoda maupun katoda sesuai ketentuan, 6). Pasang thermometer untuk mengukur temperatur elektrolit. 7). Atur parameter yang dibutuhkan tegangan yang digunakan dan arus yang dibutuhkan untuk memperoleh data sesuai dengan tujuan penelitian. 8). Siapkan alat untuk mengatur variasi waktu. 9). Setelah semua siap lalu hidupkan trafo.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, Pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 35 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0385, 0,0199, dan 0,0425 mpy, sedangkan pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 45 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0462, 0,0165, dan 0,0166 mpy, dan pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 65 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0102, 0,0372, dan 0,0115 mpy. Pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 35 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0239, 0,0229, dan 0,0245 mpy, pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 45 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0205, 0,1431, dan 0,0184 mpy. pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 65 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0143, 0,0131, dan 0,0131 mpy. Hasil pengujian laju korosi (mpy) rata-rata pelapisan menunjukkan kecenderungan menurunnya laju korosi lapisan nikel dan krom yang melekat pada baja karbon rendah dengan lamanya waktu pelapisan.

Kata Kunci : Pelapisan nikel dan krom, elektroplating, laju korosi

ABSTRACT

SANTOSO, MOHAMAD. 2020. *Chrome and Nickel Coating Corrosion Rate Analysis by Electroplating Process on Low Carbon Steel on Time Variation.*

The purpose of this research is to find out how the influence of electroplating coating rate using chromium and nickel solution to the corrosion rate on low carbon steel pipe clamps with a variation of dipping time of 35, 45, and 65 minutes.

This study uses one of the experimental methods, the method to find a causal relationship between problems that have been determined. The experimental method this time is to do a design for making a clamp pipe which is one of the components of heavy equipment (dumb) with chromium (chrome) coating through the electroplating process and testing the clamp pipe with the composition and corrosion rate test.

The tools used are like a solution, stopwatch, transformer, workpiece rack, iron sandpaper. The materials used are sulfuric acid, soapy water, chrome, specimens (low carbon steel in the form of pipe clamps). The implementation of metal coating is 1). Prepare the material to be used, put the electrolyte into the electroplating bath, 2) Heat the electrolyte using a water heater until it dissolves, 3). Attach all electrical circuits and equipment to place the specimen on, 4). Attach the chrome electrodes as coating metal mounted on the anode (+) and coated metal mounted on the cathode (-), 5). Adjust the amount and method of placing both the anode and the cathode according to the provisions, 6). Install the thermometer to measure the temperature of the electrolyte. 7). Set the parameters required by the voltage used and the current needed to obtain data in accordance with the objectives of the study. 8). Prepare a tool to adjust the time variation. 9). After all is ready then turn on the transformer.

The results of this study indicate that, in the coating of Nickel with 3 specimens through a variation of time 35 minutes produces a corrosion rate of 0.0385, 0.0199 and 0.0425 mpy, while in the coating of Nickel with 3 specimens through a time variation of 45 minutes produces a corrosion rate amounted to 0.0462, 0.0165, and 0.0166 mpy, and on the Nickel coating with 3 specimens through a variation of time 65 minutes resulted in corrosion rates of 0.0102, 0.0372, and 0.0115 mpy. In the chrome coating with 3 specimens through variation of time 35 minutes resulted in corrosion rates of 0.0239, 0.0229, and 0.0245 mpy, on the chrome coating with 3 specimens over 45 minutes time variation resulted in corrosion rates of 0.0205, 0, 1431, and 0.0184 mpy. on the chrome coating with 3 specimens through a variation of 65 minutes resulting in corrosion rates of 0.0143, 0.0131, and 0.0131 mpy. The results of the average corrosion rate (mpy) coating test show a tendency to decrease the corrosion rate of the nickel and chrome layers attached to the low carbon steel with the length of coating time.

Keywords: nickel and chrome plating, electroplating, corrosion rate

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
HALAMAN DAFTAR ISI.....	ix
HALAMAN DAFTAR TABEL	xi
HALAMAN DAFTAR GAMBAR.....	xii
HALAMAN DAFTAR GRAFIK.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
1. Tujuan Penelitian	6
2. Manfaat Penelitian	6
a. Manfaat Teoretis.....	6
b. Manfaat Praktis	6
D. Sistematika Penulisan.....	7

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Landasan Teori	9
B. Tinjauan Pustaka	36

BAB III METODE PENELITIAN	40
A. Metodologi Penelitian	40
B. Waktu dan Tempat Penelitian	41

C. Tahapan Penelitian	41
D. Variabel Penelitian	42
E. Instrumen Penelitian	43
F. Pelaksanaan.....	47
G. Metode Pengumpulan Data	48
H. Metode Analisis Data	49
I. Diagram Alur Penelitian	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Hasil Penelitian	51
B. Pembahasan	77
BAB V PENUTUP	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Baja Karbon	17
Tabel 2.1. Perbedaan Nilai Ketentuan Nikel dan Krom.....	36
Tabel 3.2. Jadwal tahapan penelitian	41
Tabel 3.1. Pengambilan Data Pengujian Laju Korosi	49
Tabel 4.1. Hasil Uji Komposisi Raw Material	51
Tabel 4.2. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Krom waktu 35 menit.....	52
Tabel 4.3. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Krom waktu 45 menit.....	53
Tabel 4.4. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Krom waktu 65 menit.....	53
Tabel 4.5. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Nikel waktu 35 menit	54
Tabel 4.6. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Nikel waktu 45 menit	54
Tabel 4.7. Hasil Uji Komposisi Elektroplating Nikel waktu 65 menit	55
Tabel 4.8. Hasil Uji Korosi	55
Tabel 4.9. Tabel Kandungan unsur kimia	57
Tabel 4.11. Data pengukuran Laju Korosi	63
Tabel 4.12. Hasil Data Pengujian Rata-rata Laju Korosi (mpy)	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. Klem Pipa.....	17
Gambar 2.1. <i>Uniform Corrosion</i> pada kaleng minuman.....	22
Gambar 2.2. Korosi Galvanic pada Sambungan Baut.....	23
Gambar 2.3. <i>selective leaching corrosion</i> pada pipa	23
Gambar 2.4. Korosi Celah Pada Sambungan Pipa	24
Gambar 2.5. korosi sumuran pada westafle	25
Gambar 2.6. korosi batas butir pada pipa.....	26
Gambar 2.7. korosi stres (scc).....	27
Gambar 2.8. sebuah blade akibat korosi erosi.....	26
Gambar 2.9. mekanisme korosi mikroba	28
Gambar 2.10. Korosi Lelah.....	29
Gambar 2.11. Akibat Hydrogen Attack	30
Gambar 3.1. Bak larutan	43
Gambar 3.2. Stopwatch.....	43
Gambar 3.3. Terafo rectifier.....	44
Gambar 3.4. Rak benda kerja.....	45
Gambar 3.5. Amplas besi	45
Gambar 3.6. Spesimen baja karbon rendah.....	47
Gambar 4.1. Spesimen Raw Material Sebelum dilapisi.....	75
Gambar 4.2. Spesimen Lapisan Nikel (Ni)	75
Gambar 4.2. Spesimen Lapisan Krom (Cr).....	76

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hasil perhitungan Nilai Rata-rata Laju Korosi Elektroplating pelapisan Nikel (Ni)	74
Grafik 4.2. Hasil perhitungan Nilai Rata-rata Laju Korosi Elektroplating pelapisan Krom (Cr).....	74
Grafik 4.3. Rata-rata Hasil Laju Korosi	75

BAB 1

PENDAULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era modernisasi yang terjadi saat ini menuntut manusia untuk melakukan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, tak terkecuali dalam hal teknologi yang berperan penting akan berkelanjutan hidup manusia seperti dalam hak rekayasa dan proses perlakuan pada logam yang mempunyai pengaruh vital karena merupakan elemen dasar untuk membuat suatu konstruksi. Proses perlakuan ini dapat diartikan sebagai suatu metode untuk membuat suatu material menjadi suatu produk yang siap pakai yang didukung data-data empiris. Metode tersebut dapat dijabarkan dari proses pembuatan material (pengecoran) kemudian dilanjutkan dengan serangkaian uji material atau produk yang sudah dibuat. logam aluminium adalah logam ringan yang tahan korosi.

Hasil observasi yang saya lakukan menunjukkan bahwa pekerjaan proyek konstruksi yang cukup besar, kadang-kadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Hal ini tidak dapat dihindari lagi setelah pemanfaatan tenaga manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien. Penggunaan alat berat merupakan solusi yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek yang sedang berlangsung. Sehingga Alat berat merupakan alat bantu bagi manusia untuk menyelesaikan suatu proyek pembangunan seperti gedung,

jembatan, bendungan, jalan dan lain-lain. Namun pada kenyataannya penggunaan alat berat masih terdapat beberapa masalah yang sering terjadi, salah satunya ialah sering terjadinya korosi pada salah satu komponen alat berat tersebut.

Korosi merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi terhadap lingkungan (Nugraheni dkk, 2014). Korosi pada logam juga dapat diartikan sebagai reaksi kebalikan dari pemurnian logam. Korosi ini sendiri bisa mengakibatkan menurunnya kualitas dari baja tersebut sehingga mengakibatkan baja tersebut menjadi cepat lemah dan rusak. Korosi atau karatan merupakan salah satu bentuk penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya yang berhubungan langsung dengan udara terbuka atau sering disebut juga dengan korosi. Hampir seluruh produk korosi disebabkan oleh lingkungan atmosfer. Hal ini dikarenakan pada umumnya logam selalu berhubungan dengan udara terbuka yang kelembaban dan kandungan polutannya dapat mempengaruhi korosifitas logam. Korosi atmosferik sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan iklim atau lingkungan, faktor-faktor seperti temperatur, kelembaban dan kandungan bahan kimia dalam udara sangat menentukan laju korosi. Salah satu pencegahan dan perlindungan terhadap korosi adalah dengan cara pelapisan krom elektroplating.

Krom adalah logam berwarna abu-abu, berkilau, keras sehingga memerlukan proses pemolesan yang cukup tinggi. Krom adalah sebuah

unsur kimia dalam tabel periodik unsur yang memiliki lambang Cr dan nomor atom 24. Logam kromium bersifat keras, memiliki daya tahan tinggi terhadap zat-zat kimia dan memiliki kilat tinggi sehingga dipakai sebagai pelapis pada besi. Proses elektrolating memiliki kelebihan meningkatkan kekerasan permukaan, penampilan, dan tahan karat. Pelapisan krom memiliki stabilitas kimia yang baik dan tidak bekerja dalam alkali, sulfida, asam nitrat, dan sebagian besar asam organik, tetapi kekurangannya dapat larut dalam asam hidroklorat dan asam sulfat panas, karena kromium tidak berubah warna dan dapat mempertahankan kemampuan pantulnya untuk waktu yang lama dan lebih unggul dari perak dan nikel yang ketebalannya relatif tipis walau sama-sama tahan karat.

Proses elektroplating merupakan salah satu metode dari pelapisan logam. Proses pelapisan electroplating sering disebut juga electrodeposisi, yaitu suatu proses pengendapan/deposisi logam pelindung di atas logam lain dengan cara elektrolisa. Adapun logam-logam yang digunakan sebagai pelapis adalah tembaga, nickel, chromium, seng, emas, perak kuningan dan lain-lain (Kaban dkk, 2010). Dalam teknologi pengerjaan logam, proses electroplating merupakan proses pengerjaan akhir (metal finishing). Secara sederhana, electroplating dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu untuk memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapisi. Dalam pelapisan krom, saat ini terdapat dua macam pelapisan krom yang dapat dilakukan, yaitu pelapisan krom dekoratif

dengan pelapisan krom tipis pada benda kerja yang sebelumnya telah dilapisi tembaga nikel dan pelapisan krom keras dengan pelapisan krom relatif tebal yang diendapkan langsung pada benda kerja (Riyanto, Ph.D. 2013).

Pelapisan *chromium* merupakan suatu perlakuan akhir dalam proses elektroplating. Pelapisan krom/*chromium* dapat dilakukan pada berbagai jenis logam, seperti besi, baja, atau tembaga. Pelapsan krom juga dapat dilakukan pada benda yang bukan logam, tetapi cara pelapisannya berbeda, benda tersebut harus dicat terlebih dahulu dengan cat yang mengandung logam sehingga dapat mengalirkan listrik.

Dalam penelitian kali ini peneliti mengambil sampel yang akan diuji yaitu baja karbon rendah. Baja karbon rendah adalah salah satu jenis baja karbon, di mana prosentase unsur karbonnya di bawah 0,25%. Baja karbon rendah juga memiliki ciri khusus antara lain: a. tidak responsif terhadap perlakuan panas yang bertujuan membentuk martensit. b. metode penguatannya dengan “*Cold Working*” struktur mikronya terdiri ferit dan perlit. c. relatif lunak, ulet dan tangguh. d. mampu lasnya baik, dan. e. harga murah. Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung unsur lain, selain besi dan karbon. Baja karbon mengandung sejumlah unsur lain tetapi masih dalam batas–batas tertentu yang tidak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur–unsur ini biasanya merupakan ikatan yang berasal dari proses pembuatan besi atau baja seperti mangan, dan beberapa unsur pengotoran seperti belerang, oksigen, nitrogen, dan

lain-lainyang biasanya ditekan sampai kadar yang sangat kecil. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan bahan penelitian baja karbon rendah berupa *clampipe*.

Clamp pipe atau klem pipa merupakan mekanisme pendukung untuk pipa yang ditangguhkan apakah itu overhead horizontal atau vertikal, berdekatan dengan permukaan. Klem pipa sangat penting dalam memastikan semua pipa diperbaiki dengan aman sementara juga memungkinkan untuk setiap gerakan pipa atau ekspansi yang mungkin terjadi. Komponen klem pipa terbuat dari material baja karbon yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Jenis klem pipa utama yaitu klem pipa standar, klem pipa plastik, klem pipa tradisional, dan klem pipa tugas berat. Semua klem pipa memiliki kapasitas bantalan beban maksimum, yang berarti Anda harus memilih klem yang cocok untuk mendukung beban yang dibutuhkan, namun belakangan ini kita menemukan banyak kekurangan terutama klem pipa yang digunakan dalam alat berat.

B. Batasan Masalah

Agar proses penelitian dapat berlangsung dengan baik maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang diteliti menggunakan baja karbon rendah
2. Larutan elektrolit yang digunakan Asam Sulfat (H_2SO_4), Chromium (Cr) dan Nikel

3. Parameter yang digunakan
 - a. Waktu pencelupan 35, 45, 65 menit.
 - b. Tegangan 8 Volt
 - c. Arus listrik 60 Ampere
4. Anoda yang digunakan ialah krom dan nikel.
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi, dan uji laju korosi.

C. Rumusan Masalah

Apakah laju pelapisan elektroplating menggunakan larutan *chrom* (Cr) dan Nikel dengan variasi waktu pencelupan 35, 45, dan 65 menit berpengaruh terhadap laju korosi pada baja karbon rendah?

1. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui apakah laju pelapisan elektroplating menggunakan larutan *chrom* (Cr) dan Nikel dengan variasi waktu pencelupan 35, 45, dan 65 menit berpengaruh terhadap laju korosi pada baja karbon rendah?

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Untuk menambah ilmu pengetahuan bagi peneliti khususnya dan bagi mahasiswa pada umumnya.

- 2) Sebagai ajang pelatihan mahasiswa sebelum terjun ke dunia kerja
- b. Bagi Fakultas
- 1) Sebagai ajang promosi fakultas teknik di kalangan masyarakat.
 - 2) Sebagai ajang promosi fakultas teknik di kalangan industri.
- c. Bagi IKM logam
- 1) Untuk menambah pengetahuan bagi masyarakat dalam memilih produk yang berkualitas.
 - 2) Sebagai peningkatan kualitas produk bagi usaha kecil dan menengah dengan dilakukannya suatu pengujian.

D. Sistematika Penulisan

1. Bagian awal tugas akhir

Bagian ini berisi tentang judul, abstrak, pengesahan, motto, dan persembahan, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian inti tugas akhir

BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai teori laju korosi secara umum, elektroplating, dan pelapisan chrom.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai metode dan alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian, dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian

BAB V PENUTUP

Membahas mengenai simpulan dan saran-saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Electroplating

Electroplating (pelapisan dengan listrik) merupakan suatu proses pengendapan zat atom ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) secara elektrolisis menggunakan arus listrik searah dc (*direct current*). Terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit. Endapan yang terjadi bersifat adhesif terhadap logam dasar. (Azhar A Shale, 2014:4).

Proses *electroplating* merupakan salah satu metode dari pelapisan logam. Proses pelapisan *electroplating* sering disebut juga electrodeposisi, yaitu suatu proses pengendapan/deposisi logam pelindung di atas logam lain dengan cara elektrolisis. Adapun logam-logam yang digunakan sebagai pelapis adalah tembaga, nickel, chromium, seng, emas, perak kuning dan lain-lain (Kaban dkk, 2010).

Selama proses pengendapan berlangsung, terjadi sebuah reaksi kimia baik reaksi reduksi maupun reaksi oksidasi, yang berlangsung secara terus menerus dan menuju arah tertentu secara tetap. Oleh

karena itu, diperlukan arus listrik searah DC (*Direct Current*) dan tegangan yang konstan.

2. Proses Pelapisan *Electroplating*

Proses pelapisan dengan menggunakan metode elektroplating memiliki beberapa tahapan yaitu:

a. Proses pengerjaan persiapan (*Pre Treatment*).

Benda kerja atau bahan yang akan dilapisi terlebih dahulu melalui proses seperti pembersihan permukaan, modifikasi permukaan dan pembilasan. Tujuan dari pretreatment ini adalah untuk menghapus kontaminan, seperti debu dan lapisan tipis dari permukaan. Kontaminan permukaan terdiri dari sampah organik dan debu mineral dari lingkungan atau proses sebelumnya atau terbentuk dari logam itu sendiri seperti lapisan oksida. Kontaminan dan film akan mengganggu ikatan bahan dengan logam pelapis, sehingga dapat menyebabkan hasil plating yang tidak bagus dan bahkan mencegah deposisi. Oleh karena itu, pretreatment permukaan adalah penting untuk menjaga kualitas plating. Sebagian besar permukaan logam sebelum dilapisi, diperlukan tiga perlakuan yaitu: pembersihan permukaan, modifikasi permukaan dan pembilasan (Riyanto, Ph.D, 2013).

b. Pembersihan secara mekanik.

Pekerjaan ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram-geram yang masih melekat pada benda kerja. Biasanya untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram tersebut dilakukan dengan mesin gerinda/roda yang berputar yang permukaannya diberi abrasive, sedangkan untuk menghaluskan permukaan dilakukan dengan proses buffing maupun polishing, dalam berbagai tingkat kehalusan yang berbeda.

Prinsipnya sama seperti proses gerinda, tetapi roda polesnya yang berbeda yaitu terbuat dari bahan katun, kulit dan sebagainya. Selain dari pengerjaan diatas kadang-kadang diperlukan proses lain misalnya brushing, brightening dan sebagainya.

c. Pembersihan dengan pelarut (*solvent*).

Proses ini bertujuan untuk membersihkan sesimen dari debu, lemak, minyak, garam dan kotoran udara/mengalami korosi sebelum plating dengan pelarut organik, alkali dan celup asam.

d. Proses pembilasan.

Pada proses persiapan pelapisan, bahan kerja akan mengandung sisa-sisa pelarut/residu, sehingga permukaan benda kerja harus dibilas dengan air. Air bilasan dilakukan selama 3-5 menit dengan menggunakan air yang mengalir.

e. Proses *electroplating*

Ada tiga jenis pengendapan logam secara elektrolitik yaitu elektrodposisi atau searah (DC), pulse plating dan laser deposisi logam diinduksi (*Deposition Laser-Induced Metal*). Elektrodposisi arus searah merupakan plating menggunakan sumber listrik arus searah (DC) yang berasal dari baterai atau rectifier (yang mengubah listrik arus bolak-balik menjadi arus DC dengan tegangan rendah) dan mampu memberikan arus sesuai yang diperlukan. Elektroplating dilakukan dalam sel elektrolisis dengan elektroda yang tenggelam dalam bak elektroplating (elektrolit), yang terhubung dengan sumber arus DC. Benda kerja yang akan dilapisi bermuatan negatif bertindak sebagai katoda dan anoda bermuatan positif melengkapi rangkaian listrik.

Pulse Plating yaitu elektrodposisi menggunakan arus berdenyut. Arus berdenyut *unipolar (on-off)* atau *bipolar* (pembalikan arus). Dengan menggunakan *bipolar*, pengendapan terjadi pada periode pulsa katodik, dengan jumlah terbatas logam yang dipekatkan pada periode anodik. Deposisi ini diulang sehingga meningkatkan morfologi dan sifat fisik dari deposit.

Deposition Laser-Induced Metal dengan sinar laser terfokus digunakan untuk mempercepat pengendapan logam. Percobaan telah menunjukkan bahwa laju deposisi dapat ditingkatkan sebesar 1000 kali. Peralatan pelapisan terutama terdiri dari kepala

laser dengan fokus optik dan sel elektrolisis. Sinar laser difokuskan dapat melewati lubang di anoda melalui elektrolit dan mengenai pada permukaan katoda.

f. Proses pengerjaan Akhir (*Post treatment*).

Benda kerja yang telah dilakukan proses pelapisan (electroplating), biasanya dibilas dengan air, dan dari fungsi air perlu diketahui tentang kualitas air yang dibutuhkan sebagai contoh air ledeng dipakai untuk proses pembilasan dan pendinginan sedangkan air bebas mineral (aquadest) khusus dipakai untuk pembuatan larutan, analisa dan untuk menambahkan larutan (Raharjo Samsudi. 2008).

g. *Drying*

Drying adalah proses pengeringan setelah bahan terlapisi. Dalam proses ini terdiri dari dua cara yaitu dengan media pencelupan air panas pada suhu 60°C dan proses ini hanya sebentar saja untuk pembersihan. Cara kedua yaitu dengan pemanasan menggunakan oven. Proses ini dilakukan selama 20 menit dengan suhu 60°C (Riyanto, Ph.D, 2013).

3. Parameter-Parameter Proses Elektroplating

Dalam proses elektroplating agar mendapatkan hasil dan kualitas yang baik harus memperhatikan parameter-parameter sebagai berikut:

1) Rapat arus

Rapat arus dalam proses elektroplating dapat diatur, makin tinggi rapat arus, makin meningkat kecepatan pelapisan dan dapat memperkecil ukuran/bentuk kristal. Rapat arus biasanya dalam kondisi operasi larutan sebesar 10-40 A/dm². Akan tetapi bila rapat arus yang digunakan terlalu tinggi akan mengakibatkan lapisan kasar, bersisik dan akan terbakar hitam.

2) Tegangan

Tegangan dalam proses elektroplating diperlukan tergantung dari jenis, komposisi dan kondisi elektrolit. Tegangan listrik biasanya yang digunakan 6 - 12 volt. Rapat arus dapat dinaikan dengan menaikkan tegangan, akan tetapi hal ini dapat menyebabkan terjadinya polarisasi dan tercapainya tegangan batas. Selain itu kuat arus yang digunakan 10 Ampere.

3) Temperatur

Temperatur dalam proses elektroplating yang terlalu rendah dan rapat arus yang cukup optimum akan mengakibatkan hasil pelapisan menjadi kasar dan kusam, tetapi jika temperatur tinggi dengan rapat arus yang optimum maka hasil pelapisan tidak merata. Temperatur yang digunakan biasanya berkisar 40-55 °C.

4) Waktu pelapisan

Waktu pelapisan pada proses elektroplating akan mempengaruhi terhadap kuantitas hasil dari pelapisan yang terjadi dipermukaan produk yang dilapis. Waktu pelapisan pada proses elektroplating yang digunakan biasanya dibawah 60 menit.

5) Konsentrasi elektrolit

Konsentrasi elektrolit selama proses elektroplating berlangsung akan mengalami perubahan terutama karena adanya penguapan dan perpindahan ion-ion logam dari larutan yang mengendap di katoda. Konsentrasi larutan elektrolit 250-400 g/L CrO_3 dan 2,5-4 g/L H_2SO_4 .

6) Jarak anoda

Jarak anoda-katoda dalam proses elektroplating menentukan hantaran arus listrik dan sangat berpengaruh terhadap keseragaman tebal lapisan. Besar hantaran berbanding terbalik dengan jarak, maksudnya adalah jika jarak yang digunakan semakin dekat maka endapan lapisan akan semakin cepat dan jika jarak yang digunakan semakin jauh maka endapan lapisan akan semakin lambat.

4. Logam yang dilapisi

Baja karbon adalah paduan besi dan karbon di mana unsur karbonnya menentukan sifat mekanik dan fisik sedangkan unsur paduannya yang lain bersifat sebagai pendukung. Karbon merupakan unsur penguat besi yang efektif dan murah, oleh karena itu umumnya

sebagian besar baja komersial hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lain. Unsur Mn lebih dominan sebagai unsur paduan digunakan untuk menambah kekuatan. Sebagai besi baja komersial umumnya terdiri dari bahan hipoeutectoid yaitu dengan kadar karbon = 0,8 % (R.E Smallman 2009).

Baja karbon merupakan bahan teknik yang paling banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Korosi dapat menurunkan mutu dan daya guna akibat adanya reaksi kimia dengan lingkungannya.

5. Baja

Baja adalah besi karbon campuran logam yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lain, ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai perlakuan bahan dan komposisi berbeda. Sifat mekanis adalah sensitif kepada isi daripada karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,0 % C. Sebagian dari baja umum digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni ke dalam rendah, medium/sedang dan jenis karbon tinggi.

a) Baja ST 37

Baja ST 37 merupakan bahan bangunan yang sangat kuat dan liat dengan struktur butir yang halus dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun dingin. Arti dari ST itu sendiri adalah singkatan dari *Steel* (baja) sedangkan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 kN/mm². Baja ST masuk dalam kategori baja karbon rendah.

b) Klasifikasi Baja Karbon

Terdapat tiga kelompok baja karbon berdasarkan kadar karbonnya yaitu:

Tabel 2.1. Klasifikasi Baja Karbon

No	Baja	Kandungan Karbon	Penggunaan
1	Baja karbon rendah	< 0,2 % karbon	Fabrikasi
2	Baja karbon sedang	0,3 % - 0,7 % karbon	Rel kereta
3	Baja karbon tinggi	0,7 % - 1,7 % karbon	Bahan pegas

c) *Clampipe* (klem pipa)



Gambar 2. Klem Pipa

Clampipe atau klem pipa merupakan mekanisme pendukung untuk pipa yang ditanggungkan apakah itu overhead horizontal atau vertikal, berdekatan dengan permukaan. Klem pipa sangat penting dalam memastikan semua pipa diperbaiki dengan aman sementara juga memungkinkan untuk setiap gerakan pipa atau ekspansi yang mungkin terjadi. Klem pipa memiliki banyak variasi karena

persyaratan untuk pemasangan pipa dapat berkisar dari penahan sederhana di tempat, hingga skenario yang lebih kompleks yang melibatkan pergerakan pipa atau beban berat. Sangat penting bahwa penjepit pipa yang tepat digunakan untuk memastikan integritas instalasi. Kegagalan pemasangan pipa dapat menyebabkan kerusakan signifikan dan mahal pada bangunan sehingga penting untuk memperbaikinya. Jenis klem pipa utama yaitu klem pipa standar, klem pipa plastik, klem pipa tradisional, dan klem pipa tugas berat. Semua klem pipa memiliki kapasitas bantalan beban maksimum, yang berarti Anda harus memilih klem yang cocok untuk mendukung beban yang dibutuhkan, namun belakangan ini kita menemukan banyak kekurangan terutama klem pipa yang digunakan dalam alat berat.

Klem pipa sering mengalami pengaratn sekaligus kerusakan akibat tekanan yang cukup besar, oleh karena itu penulis mencoba eksperimen dengan melapisi sebuah *clampipe* dengan krom/elektroplating agar terbentuk sebuah *clampipe* yang kuat dan tahan lama.

6. Pengertian Korosi

Korosi didefinisikan sebagai degradasi dari material yang diakibatkan oleh reaksi kimia dengan material lainya dan lingkungan. Akibat adanya reaksi korosi, suatu material akan mengalami perubahan sifat ke arah yang lebih rendah atau dapat dikatakan kemampuan dari

material tersebut akan berkurang. Dalam bidang metalurgi, peristiwa korosi dapat dipandang sebagai suatu peristiwa atau reaksi senyawa kembali ke bentuk asalnya atau bisa disebut sebagai kebalikan dari proses metalurgi ekstraksi.

Korosi atau pengkaratan merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi terhadap lingkungan. Beberapa pakar berpendapat definisi hanya berlaku pada logam saja, tetapi para insinyur korosi juga ada yang mendefinisikan istilah korosi berlaku juga untuk material non logam, seperti keramik, plastik, karet. Sebagai contoh rusaknya cat karet karena sinar matahari atau terkena bahan kimia, mencairnya lapisan tungku pembuatan baja, serangan logam yang solid oleh logam yang cair (*liquid metal corrosion*). (AR Hakim, 2012).

Proses korosi secara kimiawi adalah proses ionansi yang terjadi secara alamiah akibat adanya interaksi dengan udara seperti kelembaban, keasaman kondisi operasi tertentu. Dua buah logam yang memiliki sifat berbeda yang saling berdekatan akan menghasilkan ion positif dan negatif, kemudian apabila bersinggungan dengan udara maka akan terbentuk senyawa baru karena udara mengandung bermacam-macam unsure, salah satu yang paling berpengaruh adalah hidrogen yang merupakan penyebab terjadinya korosi yang disebut dengan *atmospheric corrosion*. Proses korosi karena perlakuan merupakan proses terjadinya korosi karena adanya unsure kesengajaan.

Suatu korosi dapat menyebabkan timbulnya degradasi atau penurunan mutu suatu logam. Penurunan mutu ini tidak hanya melibatkan reaksi kimia namun juga melibatkan reaksi elektrokimia. Atom logam yang mengalami suatu reaksi korosi, atom itu akan diubah menjadi sebuah ion melalui reaksi dengan suatu unsure yang terdapat di lingkungannya, jika suatu atom logam disimbolkan dengan M, maka proses korosi dapat digambarkan sebagai berikut:



M = Atom logam

Ze = Elektron

Persamaan diatas memperlihatkan bahwa atom-atom logam dapat melepaskan sejumlah elektron yang merupakan bilangan valensi yang dimiliki oleh atom logam M (Van Viak, 1984:485).

Peristiwa korosi terjadi akibat adanya reaksi kimia dan elektrokimia. Namun, untuk terjadinya peristiwa korosi terdapat beberapa elemen utama yang harus dipenuhi agar reaksi tersebut dapat berlangsung. Elemen-elemen utama tersebut adalah sebagai berikut:

a. Material

Dalam suatu peristiwa korosi, suatu material akan bersifat sebagai anoda. Anoda adalah suatu bagian dari suatu reaksi yang akan mengalami oksidasi. Akibat reaksi oksidasi, suatu logam akan kehilangan elektron, dan senyawa logam tersebut ion berubah menjadi ion-ion bebas.

b. Lingkungan

Dalam suatu peristiwa korosi, suatu lingkungan akan bersifat sebagai katoda. Katoda adalah suatu bagian dari reaksi yang akan mengalami reduksi. Akibat reaksi reduksi, lingkungan yang bersifat katoda akan membutuhkan elektron yang akan diambil dari anoda. Beberapa lingkungan yang dapat bersifat katoda adalah Lingkungan air, atmosfer, gas, mineral *acid*, tanah, dan minyak.

c. Reaksi antara material dan lingkungan

Adanya reaksi antara suatu material dengan lingkungannya merupakan suatu persyaratan yang sangat penting dalam terjadinya suatu peristiwa korosi. Reaksi korosi hanya akan terjadi jika terdapat hubungan atau kontak langsung antara material dan lingkungan. Akibat adanya hubungan tersebut, akan terjadi reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara spontan.

d. Elektrolit

Untuk mendukung suatu reaksi reduksi dan oksidasi dan melengkapi sirkuit elektrik, antara anoda dan katoda harus dilengkapi dengan elektrolit. Elektrolit menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan *elektroequivalen force* sehingga reaksi dapat berlangsung.

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

1) *Uniform/General Corrosion* (Korosi Menyeluruh)



Gambar 2.1. *Uniform Corrosion* pada kaleng (Deny Prabowo : 2015)

Adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen.

Dampak *Uniform Corrosion*, karena korosi terjadi pada permukaan logam secara merata, sehingga terjadi pengikisan permukaan logam, akibat permukaan bereaksi dengan lingkungan dan menjadi produk karat (merata). Yang kemudian ketebalan logam berkurang.

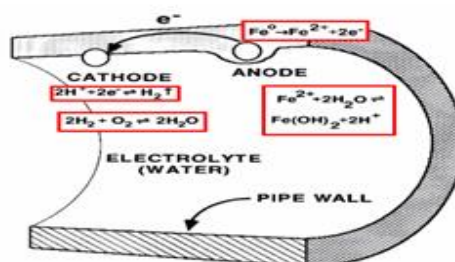
2) *Galvanic Corrosion* (Korosi Galvanik)



Gambar 2.2. Korosi Galvanic pada Sambungan Baut (Deny Prabowo : 2015)

Galvanic atau *bimetalic corrosion* adalah jenis korosi yang terjadi ketika dua macam logam yang berbeda berkontak secara langsung dalam media korosif.

3) *Selective Leaching Corrosion*



Gambar 2.3. selective leaching corrosion pada pipa (Deny Prabowo : 2015)

Selective leaching adalah korosi selektif dari satu atau lebih komponen dari paduan larutan padat. Hal ini juga disebut pemisahan, pelarutan selektif atau serangan selektif. Contoh

dealloying umum adalah dekarburisasi, *decobaltification*, *denickelification*, *dezincification*, dan korosi *graphitic*.

Mekanisme *selective leaching*: logam yang berbeda dan paduan memiliki potensial yang berbeda (atau potensial korosi) pada elektrolit yang sama. Paduan modern mengandung sejumlah unsur paduan berbeda yang menunjukkan potensial korosi yang berbeda. Beda potensial antara elemen paduan menjadi kekuatan pendorong untuk serangan preferensial yang lebih "aktif" pada elemen dalam paduan tersebut.

4) *Crevice Corrosion* (Korosi Celah)



Gambar 2.4. Korosi Celah Pada Sambungan Pipa (Deny Prabowo : 2015)

Korosi celah (*Crevice Corrosion*) ialah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Korosi lokal yang terjadi pada celah diantara dua komponen baik logam dengan non-logam maupun logam dengan logam. Mekanisme terjadinya korosi celah ini diawali dengan terjadi

korosi merata diluar dan didalam celah, sehingga terjadi oksidasi logam dan reduksi oksigen.

Pada suatu saat oksigen (O_2) didalam celah habis, sedangkan oksigen (O_2) didalam celah masih banyak, akibatnya permukaan logam yang berhubungan dengan bagian luar menjadi katoda dan permukaan logam didalam celah menjadi anoda sehingga terbentuk celah yang terkorosi.

5) *Pitting Corrosion* (Korosi Sumuran)

Korosi sumuran adalah korosi lokal dari permukaan logam yang dibatasi pada satu titik atau area kecil, dan membentukn bentuk rongga. Korosi sumuran adalah salah satu bentuk yang paling merusak dari korosi.



Gambar 2.5. korosi sumuran pada wastafle (Deny Prabowo : 2015)

6) *Intergranular Corrosion*



Gambar 2.6. korosi batas butir pada pipa (Deny Prabowo : 2015)

Intergranular corrosion kadang-kadang juga disebut "*intercrystalline* korosi" atau "korosi interdendritik". Dengan adanya tegangan tarik, retak dapat terjadi sepanjang batas butir dan jenis korosi ini sering disebut "*intergranular* retak korosi tegangan (IGSCC)" atau hanya "*intergranular stress corrosion cracking*".

Korosi *intergranular* adalah korosi yang terjadi pada atau di sepanjang batas butir dan batas butir bersifat anodik dan bagian tengah butir bersifat katodik. Korosi ini terjadi akibat *presipitasi* dari pengotor seperti *chromium* di batas butir, yang menyebabkan batas butir menjadi rentan terhadap serangan korosi. Dimana presipitat krom karbida terbentuk karena karbon meningkat yang ada di sekitarnya, sehingga krom disekitarnya akan berkurang dan terjadi korosi. Proses terbentuknya presipitat karbon karbida disebut *sentisasi*.

Terjadi pada temperatur 500-800 sehingga kekurangan krom yang memudahkan terjadinya korosi.

7) *Stress Corrosion Cracking (SCC)*



Gambar 2.7. korosi SCC pada sebuah logam (Deny Prabowo : 2015)

Korosi retak tegangan (SCC) adalah proses retak yang memerlukan aksi secara bersamaan dari bahan perusak (karat) dan berkelanjutan dengan tegangan tarik. Ini tidak termasuk pengurangan bagian yang terkorosi akibat gagal oleh patahan cepat. Hal ini juga termasuk *intercrystalline* atau transkristalin korosi, yang dapat menghancurkan paduan tanpa tegangan yang diberikan atau tegangan sisa. Retak korosi tegangan dapat terjadi dalam kombinasi dengan penggetasan hidrogen.

8) *Errosion Corrosion*



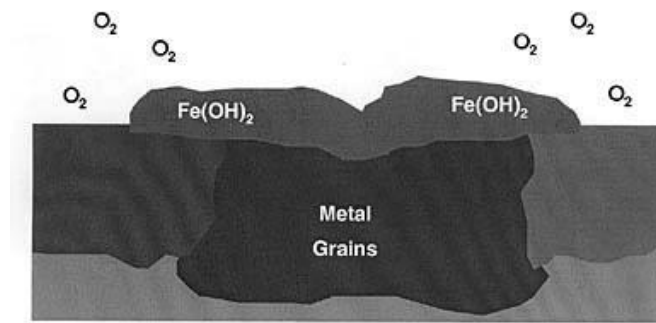
Gambar 2.8. sebuah blade akibat korosi erosi (Deny Prabowo : 2015)

Erosi Korosi mengacu pada tindakan gabungan yang melibatkan erosi dan korosi di hadapan cairan korosif yang bergerak atau komponen logam yang bergerak melalui cairan korosif, yang menyebabkan percepatan terdegradasinya suatu logam.

9) **Korosi Mikroba**

Mikroba merupakan suatu mikroorganisme yang hidup di lingkungan secara luas pada habitat-habitatnya dan membentuk koloni yang permukaannya kaya dengan air, nutrisi dan kondisi fisik yang memungkinkan pertumbuhan mikroba terjadi pada rentang suhu yang panjang biasa ditemukan di sistem air, kandungan nitrogen dan fosfor sedikit, konsentrat serta nutrisi-nutrisi penunjang lainnya.

Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, *alga* dan *protozoa*. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan.



Gambar 2.9. mekanisme korosi mikroba (Deny Prabowo : 2015)

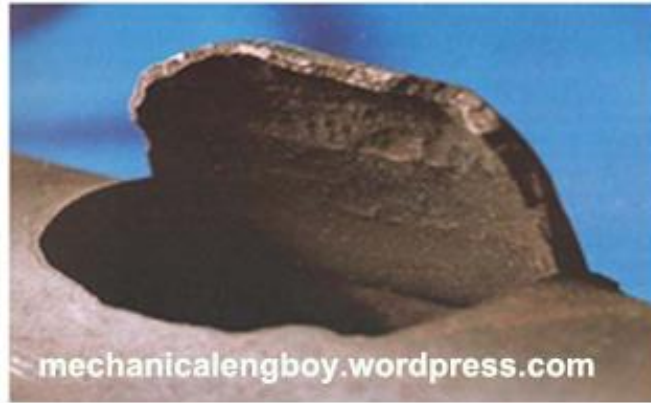
10) *Fatigue Corrosion* (Korosi Lelah)



Gambar 2.10. Korosi Lelah (Deny Prabowo : 2015)

Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal.

11) Perapuhan Hidrogen (*Hydrogen Attack*)



Gambar 2.11. Akibat *Hydrogen Attack* (Deny Prabowo : 2015)

Hydrogen attack mengakibatkan logam menjadi rapuh akibat penetrasi hidrogen ke kedalaman logam. Peristiwa perapuhan ini biasa disebut dengan “*Hydrogen Embrittlement*”. Logam juga bisa retak oleh invasi hidrogen.

Belum diketahui bagaimana hidrogen bisa merusak logam secara kimiawi ataupun secara elektrokimia, tetapi efek pengrusakannya terhadap logam sebagai bahan konstruksi sudah jelas. Boleh jadi hidrogen hanya mendifusio secara fisika saja ke dalam logam akibat kecilnya ukuran atom hidrogen.

Berdasarkan lingkungannya, korosi dapat dibedakan ke dalam dua kategori yaitu sebagai berikut :

- 1) Korosi Lingkungan Gas (*Dry Corrosion*)
- 2) Korosi Lingkungan Cairan (*Wet Corrosion*)

Korosi lingkungan gas dapat terjadi pada lingkungan atmosfer maupun lingkungan gas yang lain. Korosi lingkungan cairan dapat terjadi pada lingkungan air maupun cairan yang lain. Korosi dapat dibedakan berdasarkan suhu korosif yang melingkungi konstruksi logam.

Berdasarkan suhu korosif ini, korosi dibedakan menjadi dua kategori, yaitu :

- 1) Korosi Suhu Tinggi (*High Temperature Corrosion*)
- 2) Korosi Biasa/Suhu Kamar (*Normal Temperature Corrosion*)

High Temperature Corrosion terjadi pada burner, boiler, reformer, reaktor, dsb. Korosi jenis ini banyak terjadi dalam suasana lingkungan gas.

7. Pengujian Korosi

Korosi atau pengkaratan merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi terhadap lingkungan. Beberapa pakar berpendapat definisi hanya berlaku pada logam saja, tetapi para insinyur korosi juga ada yang mendefinisikan istilah korosi berlaku juga untuk material non logam, seperti keramik, plastik, karet. Sebagai contoh rusaknya cat karet karena

sinar matahari atau terkena bahan kimia, mencairnya lapisan tungku pembuatan baja, serangan logam yang solid oleh logam yang cair.

Laju korosi merupakan besarnya pengikisan yang terjadi pada suatu material yang dinyatakan dalam masa dibagi waktu. Pengujian laju korosi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode elektrokimia dan kehilangan berat.

1) Metode elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda). Kelemahan metode ini adalah tidak dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi hanya pada waktu tertentu saja, hingga secara umur pemakaian maupun kondisi untuk dapat ditreatmen tidak dapat diketahui. Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat diukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama.

Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CR (mpy) = K \frac{ai}{nD} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana,

CR = Corrosion rate

K = Constant factor , mpy = 0,129 ; $\mu\text{m}/\text{yr}$ = 3,27 ; mm/yr = 0,00327

a = atomic weight of metal

i = current density ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

n = number of electron lost

D = Density (g/cm^3)

2) Metode kehilangan berat

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$CR (mpy) = \frac{W \times K}{DA_s T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana,

CR = Corrosion rate (mpy)

W = Weight Loss (gram)

K = Konstanta Factor

D = Densitas spesimen (g/cm^3)

A_s = Surface Area (cm^2)

T = Ekposur time (jam)

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya), kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan suistainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut.

8. Pelapisan Nikel

Pada saat ini, pelapisan nikel pada besi banyak sekali dilaksanakan baik untuk tujuan pencegahan karat ataupun untuk menambah keindahan. Dengan hasil lapisannya yang mengkilap maka dari segi ini nikel adalah yang paling banyak diinginkan untuk melapis permukaan. Dalam pelapisan nikel selain dikenal lapisan mengkilap, terdapat juga jenis pelapisan yang buram hasilnya. Akan tetapi tampak permukaan yang buram ini pun dapat juga digosok hingga halus dan mengkilap. Jenis lain dari pelapisan nikel adalah pelapisan yang berwarna hitam. Warna hitam inipun tampak menarik dan digunakan biasanya untuk melapis laras senapan dan lainnya.

9. Pelapisan *Chromium* (krom)

Kromium atau krom (*Chrom*) merupakan suatu unsur logam yang digunakan secara luas saat ini baik untuk keperluan perabot rumah tangga, kendaraan bermotor maupun rol logam pada dunia industri. Pemakaian unsur krom ini tidak dalam bentuk murni krom tetapi unsur krom ini dilapiskan pada benda padat sehingga benda padat tersebut terlapisi krom. Krom adalah unsur logam yang memiliki sifat keras, krom juga memiliki sifat tahan terhadap korosi berkat lapisan oksida-krom. Maka dari itu unsur krom digunakan sebagai penutup unsur logam-logam yang lain.

Unsur krom memiliki sifat fisika didalamnya. Sifat fisika krom ini merupakan unsur logam yang berwarna putih mengkilap dan kebiru-biruan. krom memiliki sifat dapat ditempa dan tahan korosi. Dalam unsur krom sendiri memiliki berat atom 51,996, titik leleh krom 2.130 °C, titik didih krom 2.945 °C, dan berat jenis krom sebesar 7,19 g/cm³ . Sedangkan sifat kimia krom, didalam ion krom mempunyai bilangan oksidasi bermacam-macam +2, +3, dan +6. Perbedaan valensi ini menentukan pula sifat-sifat kimianya (Purwanto dan Huda, 2005:84).

Perbedaan pelapisan nikel dan krom adalah, Nikel dapat menambah kekerasan, ketahanan terhadap panas dan memberikan kelenturan pada kawat. Kromium dapat membentuk *protective surface* oksida akibat aktivitas oksigen pada permukaan logam yang kemudian membentuk kromium oksida (Cr₂O₃) yang dapat melindungi logam

dibawahnya dari proses korosi. Pelapisan krom memiliki stabilitas kimia yang baik, ia dapat mempertahankan kemampuan pantulnya untuk waktu yang lama dan lebih unggul dari nikel.

Tabel 2.2 Perbedaan Nilai Ketentuan Nikel dan Krom

Jenis Logam	Densiti	Valensi	Berat Atom
Nikel	8907 kg/m ³	2	58,71 kg/m ³
Krom	7194 kg/m ³	3	58,71 kg/m ³

B. TINJAUAN PUSTAKA

Sindhi Dinar Pratama (2018), “Analisis Pelapisan Nikel Krom Terhadap Laju Korosi Pada Knalpot Sepeda Motor”. Jurnal dari Teknik Mesin Univ. Negeri Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat ketahanan korosi pada knalpot sepeda motor setelah dilakukan proses pelapisan logam menggunakan nikel-krom dengan variasi tegangan dan kuat arus setelah itu dilakukan uji laju korosi dan ketebalan untuk mengetahui ketahanan material terhadap korosi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah data perhitungan laju korosi lapisan nikel-krom dengan variasi 2 volt, 3 volt, dan 3 ampere, 4 ampere, 5 ampere pada knalpot sepeda motor berbahan baja karbon AISI 1010 didapatkan hasil laju korosi paling lambat pada variasi tegangan 3 volt dengan kuat arus 5 ampere didapat hasil terjadi pada variasi tegangan 2 volt dengan kuat arus 3 ampere didapat hasil 424,047 mmpy pada media air laut.

Kevin J, Pattireum, Fentje A.Rauf, Romels Lumintang, Tahun 2013 yang berjudul “Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H_2SO_4 ”. Jurnal dari Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korosi yang terjadi pada material baja karbon dan paduan tembaga. Kehilangan berat akibat korosi berhubungan erat dengan waktu, dengan kata lain semakin meningkatnya waktu pencelupan semakin besar pula kehilangan berat yang terjadi. Hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 1 jam, didapat nilai rata-rata untuk spesimen I pada baja karbon dan paduan tembaga dalam larutan air laut adalah 0,105 mils/tahun dan 0 mils/tahun. Sedangkan pada larutan asam sulfat adalah 0,162 mils/tahun dan 0,028 mils/tahun. Dan hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 3 jam, didapat nilai rata-rata untuk spesimen I pada baja karbon dan paduan tembaga dalam larutan air laut dan asam sulfat adalah 1,350 mils/tahun dan 0,015 mils/tahun. Sedangkan pada larutan asam sulfat adalah 1,400 mils/tahun dan 1,306 mils/tahun.

M. Fajar Sidiq, Tahun 2013 yang berjudul “Analisa Korosi dan Pengendaliannya” Jurnal dari Teknik Perkapalan Universitas Pancasakti Tegal. Penelitian ini menunjukkan hasil dari proses kerusakan berupa berbagai produk korosi misalnya berbagai macam oksida logam, kerusakan permukaan logam secara morfologi, perubahan sifat mekanis, perubahan sifat kimia. Dengan dasar pengetahuan tentang elektrokimia proses korosi

yang dapat menjelaskan mekanisme dari korosi, dapat dilakukan usaha-usaha untuk pencegahan terbentuknya korosi.

Soebyakto, tahun 2014. “Pengaruh Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi Internal Pipa” Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal. Minyak bumi adalah suatu senyawa hidrokarbon dengan unsur utama karbon dan hidrogen, serta bahan ikutan lainnya seperti nitrogen, sulfur, dan oksigen. Minyak mentah (crude oil) hasil dari sumur tersebut mempunyai kandungan air yang sangat besar, dan juga komponen-komponen lain berupa pasir, garam-garam mineral, aspal, gas CO₂ dan H₂S, dapat menyebabkan korosi dan dapat menyebabkan terjadinya kebocoran pada pipa minyak bumi.. Jenis pipa minyak bumi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah tipe ERW / API 5L X – 42. Untuk menghambat dan mengurangi laju korosi maka dipergunakan inhibitor korosi. Inhibitor yang dipergunakan adalah Natrium Asetat dengan tiga variasi konsentrasi yang berbeda. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa inhibitor Natrium Asetat dengan konsentrasi 0,15% menghasilkan laju korosi yang paling rendah. Hal ini membuktikan bahwa inhibitor korosi mampu memperlambat laju korosi yang terjadi pada material dengan salah satu caranya yaitu membuat pasif permukaan logam. Kata kunci : pipa minyak bumi, korosi, inhibitor korosi.

M Yusrul Niam A. Helmi Purwanto Dan Sri Mulya Bondan Respati, Tahun 2017 yang berjudul “Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel Krom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan Dan Kekasaran Lapisan” Jurnal

dari Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pada proses pelapisan elektro nikel krom terhadap ketebalan, kekerasan, dan kekasaran lapisan. Pengaruh waktu pencelupan dalam pelapisan elektro nikel-krom pada substrat aluminium dapat disimpulkan. Semakin lama waktu pencelupan maka ketebalan lapisan meningkat karena semakin banyak ion plating yang menempel pada substrat aluminium. Semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan lapisan meningkat karena semakin banyak ion plating yang menempel pada substrat aluminium. Semakin lama waktu pencelupan maka kekasaran lapisan menurun karena semakin banyak ion plating yang menyebar merata pada substrat aluminium. Peningkatan ketebalan, kekerasan dan semakin halus permukaan maka nilai dekoratif pelapisan semakin baik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Untuk bisa dipertanggungjawabkan secara ilmiah maka penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen, diartikan sebagai metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Dalam hal ini penulis menggunakan kelas kontrol sebagai pembanding maka penelitian ini juga bisa disebut eksperimen murni. Metode ini digunakan atas dasar pertimbangan bahwa sifat penelitian eksperimental yaitu mencoba sesuatu untuk mengetahui atau akibat dari suatu perlakuan. Disamping itu peneliti ingin mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat yang diselidiki atau diamati. Mengenai metode eksperimen ini Sugiono (2008:3) mengemukakan bahwa secara umum metode penelitian diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Dan eksperimen menurut Sugiono (2008:107) adalah suatu penelitian yang digunakan untuk mencari perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Selain itu, menurut Arikunto (2010:16) metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya. Dan eksperimen menurut Arikunto (2010:3) adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab-akibat antara dua faktor yang sengaja. Metode eksperimen kali ini yaitu melakukan sebuah perancangan

pembuatan *clamp pipe* yang merupakan salah satu komponen alat berat dengan pelapisan krom dan nikel melalui proses elektroplating serta melakukan pengujian dengan uji komposisi dan laju korosi.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian merupakan rencana penelitian dari tahap awal hingga akhir.

1. Proses pembuatan specimen di laboratorium Perindustrian Tegal
2. Pengujian komposisi di laboratorium UPTD Perindustrian Tegal.
3. Proses elektroplating nikel dan krom di Tegal.
4. Proses uji komposisi dan uji korosi di laboratorium Universitas Gajah

Mada Yogyakarta.

C. Tahapan Penelitian

Tabel 3.1. Jadwal tahapan penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Jan
1	Persiapan						
	a. Mencari Literature	√					
	b. Studi Literature	√					
	c. Penyusunan proposal		√				
	d. Persiapan alat dan bahan		√				
2	Pelaksanaan						
	a. Seminar		√				
	b. Pengujian			√	√		
3	Penyelesaian						
	a. Pengolahan data				√	√	
	c. Penyusunan laporan				√	√	√
	d. Ujian skripsi						√

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh segala informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2011:60).

Dalam penelitian ini ada dua macam variabel yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah suatu variabel yang menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pelapisan nikel dan krom pada proses elektroplating dengan variasi waktu 35, 45, dan 65 menit terhadap baja karbon rendah.

2. Variabel Terikat

Merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju korosi yang akan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

Keterangan :

R = laju korosi (mpy)

W = kehilangan berat (gram)

D = densitas g/cm³

A = luas permukaan (cm²)

T = lama waktu pengujian (jam)

E. Instrumen Penelitian

1. Alat-alat

a) Bak larutan

Merupakan salah satu peralatan utama yang berfungsi untuk menampung larutan elektrolit, larutan pencuci dan air pembilas.



Gambar 3.1. Bak larutan

b) Stopwatch

Digunakan untuk membaca waktu pelapisan.



Gambar 3.2. Stopwatch

c) Trafo

Merupakan peralatan yang berguna untuk mengarahkan arus listrik karena alat ini berfungsi sebagai arus searah dan penurunan tegangan. Trafo jenis rectifier ini sangat baik dipakai untuk proses lapis listrik karena tegangan yang dikeluarkan cukup rendah yaitu 6 – 12 volt dan jumlah arus ampere relatif rendah yaitu 5 – 10 A.



Gambar 3.3. Trafo rectifier

d) Rak benda kerja

Merupakan salah satu peralatan tambahan yang berfungsi sebagai tempat menggantung benda yang akan dilapisi dan sebagai penghantar arus listrik.



Gambar 3.4. Rak benda kerja

e) Amplas besi

Digunakan untuk memperhalus permukaan benda atau spesimen yang akan dilapisi krom dan nikel agar menjadi lebih halus dengan cara menggosoknya.



Gambar 3.5. Amplas besi

2. Bahan-bahan

a) Asam sulfat

Digunakan untuk menghilangkan kotoran karena korosi yang terjadi pada permukaan spesimen pada proses awal pengerjaan sebelum proses elektroplating, penggunaan asam sulfat dicampur air dengan tujuan agar ukuran spesimen tidak berubah banyak.

b) Air sabun

Digunakan untuk menghilangkan lemak yang menempel pada spesimen.

c) Krom dan Nikel

Merupakan pelapis logam yang akan digunakan dalam penelitian ini melalui proses elektroplating dengan larutan yang digunakan :

Nikel dan krom = 220 – 380 gr/liter

Asam sulfat = 30 – 60 liter

Borid acid = 30 – 40 liter

Temperature = 30 – 40° C

Ph = 2 – 5,2

Rapat arus = 2,5 – 10 Ampere/m³

d) Specimen (baja karbon rendah berupa klem pipa)

Spesimen yang digunakan yaitu baja karbon rendah jenis st-37 dengan ukuran diameter 14 mm dan ketebalan 1mm.



Gambar 3.6. Spesimen baja karbon rendah

F. Pelaksanaan Pelapisan Logam

1. Siapkan alat bahan yang akan digunakan
2. Masukkan elektrolit ke dalam bak elektroplating
3. Memanaskan elektrolit menggunakan pemanas air sampai larut.
4. Pasang semua rangkaian kelistrikan dan peralatan untuk tempat menggantungkan specimen.
5. Pasang elektroda krom sebagai logam pelapisan dipasang pada anoda (+) dan logam yang dilapisi dipasang pada katoda (-), sesuaikan jumlah dan cara meletakkan baik anoda maupun katoda sesuai ketentuan.
6. Pasang thermometer untuk mengukur tempertatur elektrolit.

7. Atur parameter yang dibutuhkan tegangan yang digunakan dan arus yang dibutuhkan untuk memperoleh data sesuai dengan tujuan penelitian.
8. Siapkan alat untuk mengatur variasi waktu.
9. Setelah semua siap lalu hidupkan trafo.

G. Metode Pengumpulan Data

Pada saat peneliti mengumpulkan data menggunakan metode sebagai berikut:

1. Interview

Suatu teknik pengumpulan data dengan mengadakan wawancara langsung dengan nara sumber di tempat penelitian.

2. Observasi

Teknik pengumpulan data dan keterangan mengadakan pengamatan langsung dengan keadaan yang sebenarnya terjadi dalam suatu perusahaan atau industri terhadap penelitian yang akan dilakukan di CV Setia Kawan Tegal.

3. Eksperimen

Suatu metode penelitian yang digunakan untuk menganalisa laju pelapisan nikel krom dengan proses elektroplating pada baja karbon rendah.

4. Studi Pustaka

Suatu metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan informasi-informasi data yang dibutuhkan sebagai referensi dengan mempelajari dari buku jurnal.

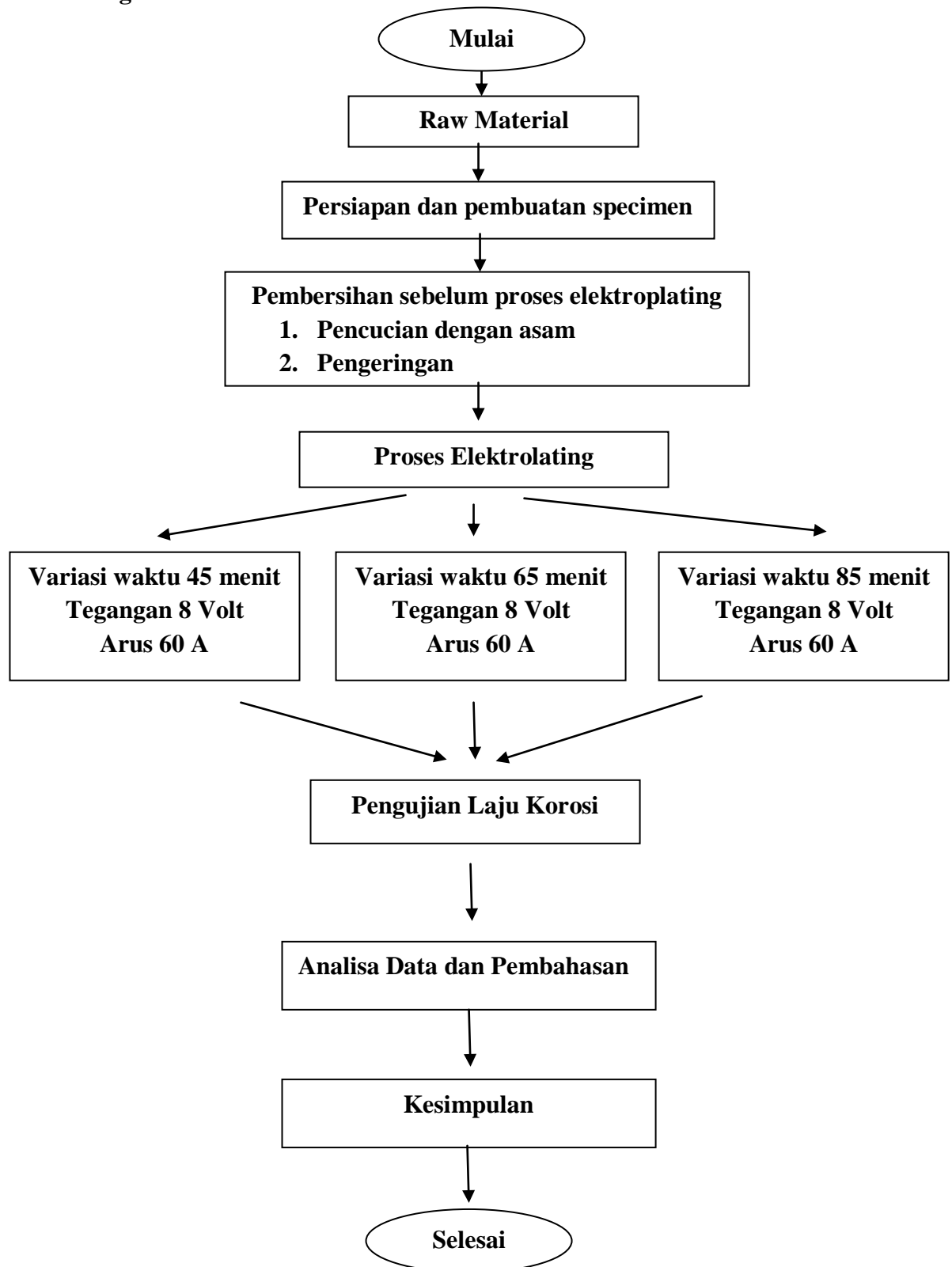
H. Metode Analisis Data

Metode analisis dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu menggambarkan data hasil penelitian dalam bentuk tabel atau grafik. Langkah pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tiga specimen dengan variasi waktu 35, 45, dan 65 menit untuk mengetahui laju korosi pada baja karbon rendah. Adapun langkah-langkah pengujian dilakukan berdasarkan urutan sebagai berikut:

Tabel 3.2. Pengambilan Data Pengujian Laju Korosi.

Waktu	Sample	Laju korosi (mpy)	Laju korosi (Mm/yr)	Laju korosi rata-rata (mm/yr)
Raw Material	1			
	2			
	3			
Variasi waktu 35 menit	1			
	2			
	3			
Variasi waktu 45 menit	1			
	2			
	3			
Variasi waktu 65 menit	1			
	2			
	3			

I. Diagram Alur Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1) Hasil Uji Komposisi Raw Material

Pengujian komposisi bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam suatu bahan atau prosentase dari setiap unsur yang terbentuk dari bahan misalnya: C = (karbon) Fe = (Besi), Mn = (mangan), dan unsur-unsur lainnya. Hasil pengujian komposisi material baja karbon rendah pada penelitian ini diuraikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Raw Material

No	Nama Unsur	Simbol	Kadar %
1	Karbon	C	0,03
2	Silikon	Si	0,01
3	Mangan	Mn	0,18
4	Fosfor	P	0,01
5	Sulfur	S	0,02
6	Khrom	Cr	0,03
7	Molibden	Mo	0,01
8	Nikel	Ni	0,13
9	Tembaga	Cu	0,06
10	Besi	Fe	99,4

2) Hasil uji pelapisan elektroplating krom dan nikel

Pelapisan elektroplating bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya dalam mempertahankan sebuah logam dari terjadinya korosi, meningkatkan ketahanan logam dasar terhadap gesekan, dan memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan logam misalnya dengan dilapisi nikel dan krom.

Berikut ini tabel hasil pengujian pelapisan elektroplating krom dan nikel berdasarkan variasi waktu.

a. Hasil pengujian pelapisan elektroplating krom

Tabel 4.2. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Krom** dengan variasi waktu 35 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,04	0,08	0,06
2	Si	0,04	0,04	0,04
3	Mn	0,05	0,04	0,04
4	P	0,00	0,01	0,01
5	S	0,10	0,08	0,09
6	Cr	0,02	0,02	0,02
7	Mo	0,03	0,03	0,03
8	Ni	>55,2	>55,2	>55,2
9	Cu	0,03	0,03	0,03
10	Fe	44,6	43,89	43,98

Tabel 4.3. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Krom**
dengan variasi waktu 45 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,03	0,09	0,06
2	Si	0,04	0,12	0,08
3	Mn	0,09	0,05	0,07
4	P	0,01	0,01	0,01
5	S	0,06	0,12	0,09
6	Cr	0,01	0,02	0,01
7	Mo	0,02	0,03	0,03
8	Ni	40,91	>55,2	48,05
9	Cu	0,04	0,21	0,13
10	Fe	58,1	43,40	50,8

Tabel 4.4. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Krom**
dengan variasi waktu 65 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,04	0,04	0,04
2	Si	0,04	0,04	0,04
3	Mn	0,06	0,06	0,06
4	P	0,00	0,00	0,00
5	S	0,08	0,09	0,08
6	Cr	0,02	0,02	0,02
7	Mo	0,03	0,03	0,03
8	Ni	>55,2	>55,2	>55,2
9	Cu	0,04	0,04	0,04
10	Fe	44,16	44,13	44,15

b. Hasil pengujian pelapisan elektroplating nikel

Tabel 4.5. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Nikel**
dengan variasi waktu 35 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,05	0,05	0,05
2	Si	0,02	0,02	0,02
3	Mn	0,10	0,11	0,11
4	P	0,01	0,02	0,01
5	S	0,08	0,06	0,07
6	Cr	0,01	0,01	0,01
7	Mo	0,02	0,02	0,02
8	Ni	36,38	30,96	33,67
9	Cu	0,04	0,03	0,03
10	Fe	62,8	68,3	65,6

Tabel 4.6. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Nikel**
dengan variasi waktu 45 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,04	0,11	0,07
2	Si	0,03	0,02	0,03
3	Mn	0,11	0,10	0,11
4	P	0,00	0,01	0,00
5	S	0,04	0,06	0,05
6	Cr	0,02	0,02	0,02
7	Mo	0,03	0,02	0,03
8	Ni	26,93	40,29	33,61
9	Cu	0,02	0,05	0,03
10	Fe	72,4	58,9	65,7

Tabel 4.7. Hasil Uji Komposisi laju pelapisan Elektroplating **Nikel** dengan variasi waktu 65 menit

No	Nama Unsur	Chemical Composition		Test Result %
		n ₁	n ₂	
1	C	0,04	0,04	0,04
2	Si	0,03	0,02	0,03
3	Mn	0,10	0,10	0,10
4	P	0,01	0,01	0,01
5	S	0,05	0,06	0,05
6	Cr	0,01	0,01	0,01
7	Mo	0,02	0,02	0,02
8	Ni	38,68	38,65	38,52
9	Cu	0,05	0,11	0,08
10	Fe	60,7	60,9	60,8

3) Hasil Laju Korosi

Pengujian korosi ini menggunakan cara elektrokimia dengan perendaman menggunakan media air laut dan dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Hasil pengujian korosi penelitian ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.8. Hasil Uji Korosi

No	Spesimen	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Kehilangan Berat (gr)	Luas	Laju Korosi (MPY)
1	35 Ni_1	7,16	7,14	0,02	0,889198785	0,0385
2	35 Ni_2	7,21	7,20	0,01	0,859895493	0,0199
3	35 Ni_3	7,18	7,16	0,02	0,805305165	0,0425
4	35 Cr_1	7,13	7,12	0,01	0,885960277	0,0239
5	35 Cr_2	7,24	7,23	0,01	0,926195846	0,0229
6	35 Cr_3	7,08	7,07	0,01	0,863998382	0,0245

7	45 Ni_1	7,14	7,11	0,03	0,865009503	0,0462
8	45 Ni_2	7,17	7,16	0,01	0,807320837	0,0165
9	45 Ni_3	7,17	7,16	0,01	0,804280902	0,0166
10	45 Cr_1	7,17	7,16	0,01	0,869941001	0,0205
11	45 Cr_2	7,22	7,15	0,07	0,807320837	0,1431
12	45 Cr_3	7,27	7,26	0,01	0,893602212	0,0184
13	65 Ni_1	7,24	7,23	0,01	0,89797887	0,0102
14	65 Ni_2	7,27	7,23	0,04	0,991466097	0,0372
15	65 Ni_3	7,14	7,13	0,01	0,799915438	0,0115
16	65 Cr_1	7,11	7,10	0,01	0,798988029	0,0143
17	65 Cr_2	7,24	7,23	0,01	0,868733252	0,0131
18	65 Cr_3	7,19	7,18	0,01	0,869405386	0,0131
19	Raw material 1	-	-	-	-	0,3403
20	Raw material 2	-	-	-	-	0,3486
21	Raw material 3	-	-	-	-	0,3800

Pada tabel di atas menggambarkan besarnya hasil uji korosi pada baja karbon rendah yang telah dilakukan dengan menggunakan metode perendaman air laut yang diambil dari Laboratorium Kimia Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Setelah diketahui hasil laju korosi selanjutnya menghitung besarnya laju korosi mpy yang dapat dihitung dengan perhitungan laju korosi.

$$R = (534 W / D.A.T)$$

Keterangan :

R = laju korosi (mpy)

W = kehilangan berat (gram)

D = densitas g/cm³

A = luas permukaan (cm²)

T = lama waktu pengujian (jam)

Laju korosi dari rumus di atas didapat dalam satuan *mils per year* dapat diartikan sebagai mil per tahun yang berarti hilangnya berat sebagian spesimen karena pengaruh korosi dalam satuan mili inci per tahun.

Tabel 4.9. Kandungan unsur kimia

No	Nama Unsur	Simbol (i)	No. Atom	Densitas /rapat massa	Test result (%)	El. Valensi (n)
1	Karbon	C	12,011	2,26	0,03	2
2	Silikon	2	28,086	2,33	0,01	4
3	Mangan	Mn	54,938	7,43	0,18	7
4	Fosfor	P	30,973	1,82	0,01	3
5	Sulfur	S	32,064	2,07	0,02	4
6	Krom	Cr	51,996	7,19	0,03	2
7	Moliben	Mo	95,94	10,2	0,01	2
8	Nikel	Ni	58,71	8,9	0,13	2
9	Tembaga	Cu	63,54	8,94	0,06	2
10	Besi	Fe	55,847	7,86	99,4	2

a) Mencari nilai Laju Korosi Raw Material

Dalam mencari nilai laju korosi raw material dihitung terlebih dahulu

berat equivalennya menggunakan rumus persamaan $r = 0,129 \frac{a \cdot i}{n \cdot D}$

Keterangan :

r = laju korosi

a = berat atom

n = valensi atom

i = rapat arus korosi ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

D = berat jenis sampel (gr/cm^3)

Mencari nilai *equivalen* :

$$EW = N_{EQ}^{-1}$$

$$N_{EQ} = \sum \left[\frac{w_i}{a_i/n_i} \right] = \sum \left[\frac{w_i \cdot n_i}{a_i} \right]$$

Keterangan :

EW = berat *equivalen*

N_{EQ} = nilai *equivalen* total

a_i = nomor massa atom

w_i = fraksi berat

n_i = elektron valensi

Maka persamaan menjadi :

$$= 0,129 \frac{i_{cor}(EW)}{D}$$

Laju korosi dari rumus di atas didapat dalam satuan *mils per year* dapat diartikan sebagai mil per tahun yang berarti hilangnya berat sebagian spesimen karena pengaruh korosi dalam satuan mili inci per tahun. Konversi *mils per year* ke satuan metrik dapat dilihat dari rumusan di bawah ini:

$$1 \text{ mpy} = 0,0254 \text{ mm/yr}$$

1. Mencari nilai Equivalen pada masing-masing unsur

$$N_{e6C} = \frac{0,03 \cdot 2}{12,011}$$

$$= \frac{0,06}{12,011}$$

$$= 0,0049$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 14}\text{Si} &= \frac{0,01 \cdot 4}{28,086} \\
 &= \frac{0,04}{28,086} \\
 &= 0,0014
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 25}\text{Mn} &= \frac{0,18 \cdot 7}{54,938} \\
 &= \frac{1,26}{54,938} \\
 &= 0,0229
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 15}\text{P} &= \frac{0,01 \cdot 3}{30,973} \\
 &= \frac{0,03}{30,973} \\
 &= 0,00096
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 16}\text{S} &= \frac{0,02 \cdot 4}{32,064} \\
 &= \frac{0,08}{32,064} \\
 &= 0,00249
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 24}\text{Cr} &= \frac{0,03 \cdot 2}{51,996} \\
 &= \frac{0,06}{51,996} \\
 &= 0,00115
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 42}\text{Mo} &= \frac{0,01 \cdot 2}{95,94} \\
 &= \frac{0,02}{95,94} \\
 &= 0,000208
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 28\text{Ni}} &= \frac{0,13 \cdot 2}{58,71} \\
 &= \frac{0,26}{58,71} \\
 &= 0,00442
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 29\text{Cu}} &= \frac{0,06 \cdot 2}{63,54} \\
 &= \frac{0,12}{63,54} \\
 &= 0,00188
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{e\ 26\text{Fe}} &= \frac{99,4 \cdot 2}{55,847} \\
 &= \frac{196,08}{55,847} \\
 &= 3,55972
 \end{aligned}$$

Mencari nilai equivalen total

$$\begin{aligned}
 N_{\text{EQ}} &= 0,0049 + 0,0014 + 0,0229 + 0,00096 + 0,00249 + 0,00115 + \\
 &0,000208 + 0,00442 + 0,00188 + 3,55972 \\
 &= 3,600028
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{EW} &= N_{\text{EQ}}^{-1} \\
 &= 3,600028^{-1} \\
 &= \frac{1}{3,600028} \\
 &= 0,277776
 \end{aligned}$$

Mencari nilai densitas

$$\begin{aligned} N_{e\ 6}\text{C} &= \frac{0,03}{2,26} \\ &= 0,0133 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 14}\text{Si} &= \frac{0,01}{2,33} \\ &= 0,0043 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 25}\text{Mn} &= \frac{0,18}{7,43} \\ &= 0,0242 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 15}\text{P} &= \frac{0,01}{1,82} \\ &= 0,0055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 16}\text{S} &= \frac{0,02}{2,07} \\ &= 0,0096 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 24}\text{Cr} &= \frac{0,03}{7,19} \\ &= 0,0042 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 42}\text{Mo} &= \frac{0,01}{10,2} \\ &= 0,0009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 28}\text{Ni} &= \frac{0,13}{8,9} \\ &= 0,0146 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{e\ 29}\text{Cu} &= \frac{0,06}{8,94} \\ &= 0,0067 \end{aligned}$$

$$N_{e\ 26Fe} = \frac{99,4}{7,86}$$

$$= 12,6463$$

Mencari nilai densitas total :

$$P_{ef} = 0,0133 + 0,0043 + 0,0242 + 0,0055 + 0,0096 + 0,0042 + 0,0009$$

$$0,0146 + 0,0067 + 12,6463$$

$$= 12,7296$$

$$D = 1/p_{ef}$$

$$= \frac{1}{12,7296}$$

$$= 0,07855$$

Maka persamaan rumus laju korosi Raw Material menjadi :

Raw Material 1

$$R_1 = 0,129 \frac{i_{kor} \cdot (E W)}{D}$$

$$= 0,129 \frac{0,340311 \cdot 0,27777}{0,07855}$$

$$= 0,129 \frac{0,0945}{0,0785}$$

$$= 0,129 \cdot x 1,2034$$

$$= 0,15523 \text{ mpy}$$

Raw Material 2

$$R_1 = 0,129 \frac{i_{kor} \cdot (E W)}{D}$$

$$= 0,129 \frac{0,3486 \cdot 0,27777}{0,07855}$$

$$= 0,129 \frac{0,0968}{0,0785}$$

$$= 0,129 \cdot x 1,2335 = 0,15912 \text{ mpy}$$

Raw Material 3

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 0,129 \frac{i_{kor} \cdot (EW)}{D} \\
 &= 0,129 \frac{0,38006 \cdot 0,27777}{0,07855} \\
 &= 0,129 \frac{0,1056}{0,0785} \\
 &= 0,129 \cdot 1,34483 \\
 &= 0,1734 \text{ mpy}
 \end{aligned}$$

b) Mencari nilai Laju Korosi Pelapisan Nikel dan Krom

Tabel 4.11. Data pengukuran Laju Korosi

No	Spesimen	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Kehilangan Berat (gr)	Luas	Laju Korosi (MPY)
1	35 Ni_1	7,16	7,14	0,02	0,889198785	0,0385
2	35 Ni_2	7,21	7,20	0,01	0,859895493	0,0199
3	35 Ni_3	7,18	7,16	0,02	0,805305165	0,0425
4	35 Cr_1	7,13	7,12	0,01	0,885960277	0,0239
5	35 Cr_2	7,24	7,23	0,01	0,926195846	0,0229
6	35 Cr_3	7,08	7,07	0,01	0,863998382	0,0245
7	45 Ni_1	7,14	7,11	0,03	0,865009503	0,0462
8	45 Ni_2	7,17	7,16	0,01	0,807320837	0,0165
9	45 Ni_3	7,17	7,16	0,01	0,804280902	0,0166
10	45 Cr_1	7,17	7,16	0,01	0,869941001	0,0205
11	45 Cr_2	7,22	7,15	0,07	0,807320837	0,1431
12	45 Cr_3	7,27	7,26	0,01	0,893602212	0,0184
13	65 Ni_1	7,24	7,23	0,01	0,89797887	0,0102
14	65 Ni_2	7,27	7,23	0,04	0,991466097	0,0372
15	65 Ni_3	7,14	7,13	0,01	0,799915438	0,0115
16	65 Cr_1	7,11	7,10	0,01	0,798988029	0,0143
17	65 Cr_2	7,24	7,23	0,01	0,868733252	0,0131
18	65 Cr_3	7,19	7,18	0,01	0,869405386	0,0131

19	Raw material 1	-	-	-	-	0,3403
20	Raw material 2	-	-	-	-	0,3486
21	Raw material 3	-	-	-	-	0,3800

Pada perhitungan laju korosi metode *weight loss* dapat digunakan untuk mencari selisih massa dari sebuah spesimen/benda uji. Dalam pengujian ini massa awal spesimen yaitu massa benda uji coba sebelum mengalami proses perendaman. Dua massa akhir spesimen yaitu setelah proses perendaman.

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 1 dengan waktu 35 menit.

Rumus kehilangan berat:

$$W = \text{berat awal} - \text{berat akhir}$$

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,16 - 7,14$$

$$W = 0,02 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,02 / 8,9 \cdot 0,8891 \cdot 35)$$

$$R = (10,68 / 277,235)$$

$$R = 0,0385 \text{ mpy}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 2 dengan waktu 35 menit

Rumus kehilangan berat::

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,21 - 7,20$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 8,9 \cdot 0,8598 \cdot 35)$$

$$R = (5,34 / 267,8277)$$

$$R = 0,0199 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 3 dengan waktu 35 menit.

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,18 - 7,16$$

$$W = 0,02 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,02 / 8,9 \cdot 0,8053 \cdot 35)$$

$$R = (10,68 / 250,850)$$

$$R = 0,0425 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 1 dengan waktu 35 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,13 - 7,12$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8859 \cdot 35)$$

$$R = (5,34 / 222,936)$$

$$R = 0,0239 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 2 dengan waktu 35 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,24 - 7,23$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,9261 \cdot 35)$$

$$R = (5,34 / 233,053)$$

$$R = 0,0229 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 3 dengan waktu 35 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,08 - 7,07$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8639 \cdot 35)$$

$$R = (5,34 / 217,400)$$

$$R = 0,0245 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 1 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,14 - 7,11$$

$$W = 0,03 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,03 / 8,9 \cdot 0,8650 \cdot 45)$$

$$R = (16,02 / 346,432)$$

$$R = 0,0462 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 2 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,17 - 7,16$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 8,9 \cdot 0,8073 \cdot 45)$$

$$R = (5,34 / 323,323)$$

$$R = 0,0165 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 3 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,17 - 7,16$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 8,9 \cdot 0,8043 \cdot 45)$$

$$R = (5,34 / 322,122)$$

$$R = 0,0166 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 1 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,17 - 7,16$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8043 \cdot 45)$$

$$R = (5,34 / 260,231)$$

$$R = 0,0205 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 2 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,22 - 7,15$$

$$W = 0,07 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,07 / 7,19 \cdot 0,8073 \cdot 45)$$

$$R = (37,38 / 261,201)$$

$$R = 0,1431 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 3 dengan waktu 45 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,27 - 7,26$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8936 \cdot 45)$$

$$R = (5,34 / 289,124)$$

$$R = 0,0184 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 1 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,24 - 7,23$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 8,9 \cdot 0,8979 \cdot 65)$$

$$R = (5,34 / 519,435)$$

$$R = 0,0102 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 2 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,27 - 7,23$$

$$W = 0,04 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,04 / 8,9 \cdot 0,9914 \cdot 65)$$

$$R = (21,36 / 573,525)$$

$$R = 0,0372 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan nikel spesimen 3 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,14 - 7,13$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 8,9 \cdot 0,7999 \cdot 65)$$

$$R = (5,34 / 462,742)$$

$$R = 0,0115 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 1 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,11 - 7,10$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,7989 \cdot 65)$$

$$R = (5,34 / 373,365)$$

$$R = 0,0143 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 2 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,24 - 7,23$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8687 \cdot 65)$$

$$R = (5,34 / 405,986)$$

$$R = 0,0131 \text{ mpy.}$$

Nilai uji korosi pelapisan krom spesimen 3 dengan waktu 65 menit

Rumus kehilangan berat:

$$W = W_0 - W_1$$

$$W = 7,19 - 7,18$$

$$W = 0,01 \text{ g}$$

Rumus laju korosi yang digunakan yaitu:

$$R = (534 W / D.A.T)$$

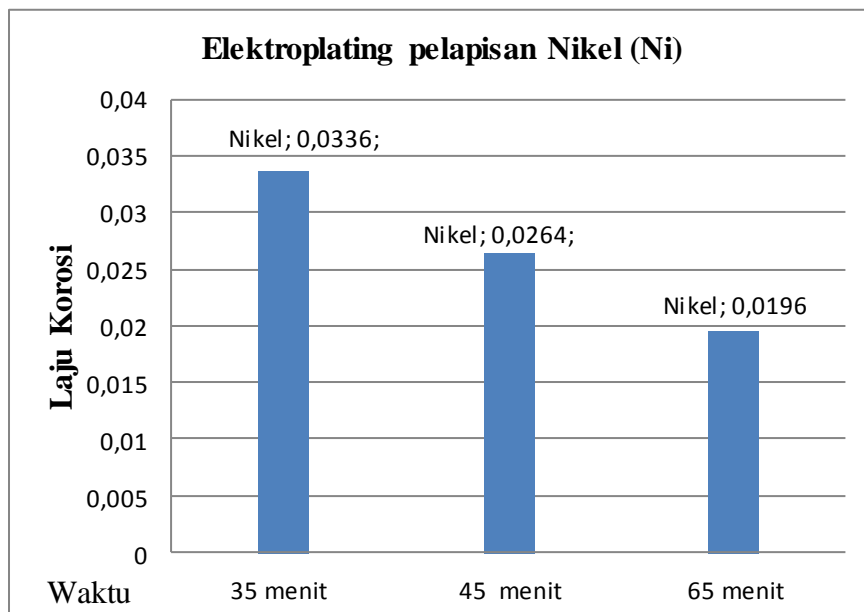
$$R = (534 \cdot 0,01 / 7,19 \cdot 0,8694 \cdot 65)$$

$$R = (5,34 / 406,314)$$

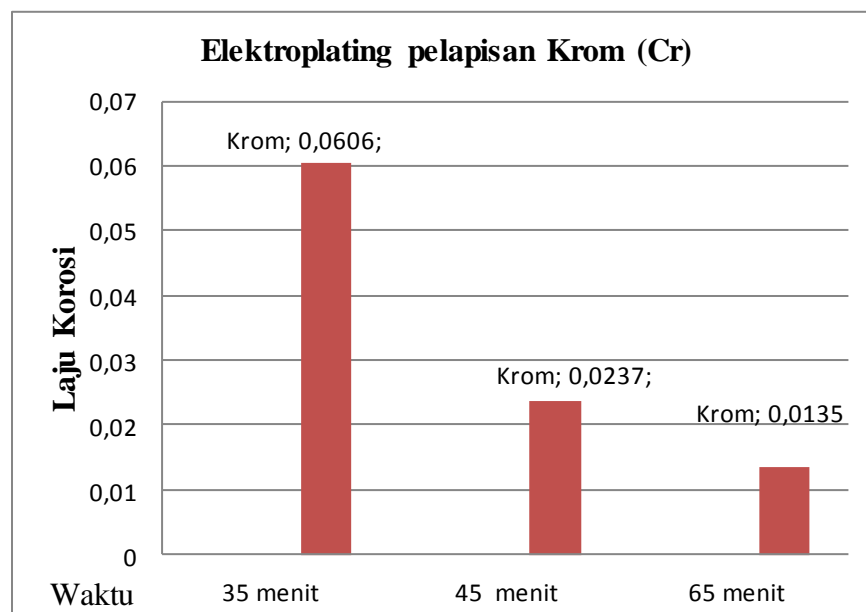
$$R = 0,0131 \text{ mpy.}$$

Tabel. 4. 12. Hasil Data Perhitungan Rata-rata Laju Korosi (mpy)

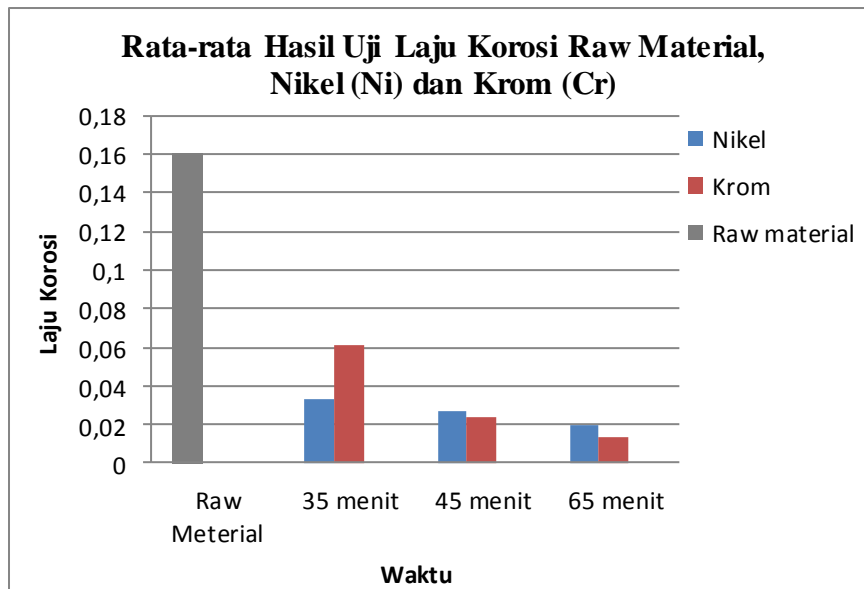
Waktu	Lapisan Spesimen	Laju korosi	Laju korosi rata-rata
Raw Material	Raw Material 1	0,15523	0,1612677
	Raw Material 2	0,15912	
	Raw Material 3	0,1734	
35 menit	Nikel 1	0,0385	0,033633333
	Nikel 2	0,0199	
	Nikel 3	0,0425	
	Krom 1	0,0239	0,060666667
	Krom 2	0,0229	
	Krom 3	0,0245	
45 menit	Nikel 1	0,0462	0,026433333
	Nikel 2	0,0165	
	Nikel 3	0,0166	
	Krom 1	0,0205	0,023766667
	Krom 2	0,1431	
	Krom 3	0,0184	
65 menit	Nikel 1	0,0102	0,019633333
	Nikel 2	0,0372	
	Nikel 3	0,0115	
	Krom 1	0,0143	0,0135
	Krom 2	0,0131	
	Krom 3	0,0131	



Grafik 4.1. Hasil perhitungan Nilai Rata-rata Laju Korosi Elektroplating pelapisan Nikel (Ni)



Grafik 4.2. Hasil perhitungan Nilai Rata-rata Laju Korosi Elektroplating pelapisan Krom (Cr)



Grafik 4.3. Rata-rata Hasil Uji Laju Korosi Raw Material, Nikel dan Krom



Gambar 4.1. Spesimen Raw Material Sebelum dilapisi



Gambar 4.2. Spesimen Lapisan Nikel (Ni)



Gambar 4.3. Spesimen Lapisan Krom (Cr)

Dari data di atas membuktikan besarnya laju korosi pada baja karbon rendah dengan metode pelapisan elektroplating nikel menghasilkan rata-rata 0,033633333 mpy dan pelapisan elektroplating krom rata-rata 0,023766667 mpy pada variasi waktu 35 menit, sedangkan pada variasi waktu 45 menit pelapisan elektroplating nikel menghasilkan rata-rata 0,026433333 mpy, dan pelapisan elektroplating krom rata-rata 0,060666667. Pada variasi waktu 65 menit pelapisan elektroplating nikel menghasilkan rata-rata 0,019633333 mpy, dan pelapisan elektroplating krom rata-rata 0,0135 mpy. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pelapisan elektroplating nikel dan krom pada baja karbon rendah memberikan pengaruh pada laju penurunan korosi.

B. Pembahasan

1. Hasil Pengujian Korosi dengan Pelapisan Nikel

Dari hasil penelitian yaitu perbedaan variasi waktu pelapisan nikel dengan metode elektroplating terhadap laju korosi pada baja karbon rendah. Dilihat dari pengaruh variasi pelapisan nikel menunjukkan perbedaan pada laju korosi yang signifikan. Pada spesimen dengan pelapisan nikel menggunakan variasi waktu 65 menit cenderung memiliki laju korosi relatif rendah atau lebih baik dibandingkan dengan variasi waktu 35 dan 45 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelapisan dengan sedikit waktu mengakibatkan laju korosi semakin tinggi, begitu juga dengan pelapisan menggunakan waktu yang lama, semakin banyak waktu hasil laju korosi semakin baik, karena semakin lama proses pelapisan, maka semakin banyak pula lapisan nikel yang menempel pada spesimen atau benda yang dilapisi.

2. Hasil Pengujian Korosi dengan Pelapisan Krom

Dari hasil penelitian yaitu perbedaan variasi waktu pelapisan krom dengan metode elektroplating terhadap laju korosi pada baja karbon rendah. Dilihat dari pengaruh variasi pelapisan krom menunjukkan perbedaan pada laju korosi yang signifikan. Pada spesimen dengan pelapisan krom menggunakan variasi waktu 65 menit cenderung memiliki laju korosi relatif rendah atau lebih baik dibandingkan dengan variasi waktu 35 dan 45 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelapisan dengan sedikit waktu mengakibatkan laju korosi semakin

tinggi, begitu juga dengan pelapisan menggunakan waktu yang lama, semakin banyak waktu hasil laju korosi semakin baik, karena semakin lama proses pelapisan, maka semakin banyak pula lapisan nikel yang menempel pada spesimen atau benda yang dilapisi. Namun jika dibandingkan antara pelapisan nikel dengan krom keduanya memiliki perbedaan, pada pelapisan krom memiliki laju korosi yang lebih baik dibandingkan dengan pelapisan nikel.

Pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 35 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0385, 0,0199, dan 0,0425 mpy, sedangkan pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 45 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0462, 0,0165, dan 0,0166 mpy, dan pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 65 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0102, 0,0372, dan 0,0115 mpy. Pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 35 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0239, 0,0229, dan 0,0245 mpy, pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 45 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0205, 0,1431, dan 0,0184 mpy. pada pelapisan krom dengan 3 spesimen melalui variasi waktu 65 menit menghasilkan laju korosi sebesar 0,0143, 0,0131, dan 0,0131 mpy. Hasil pengujian laju korosi (mpy) rata-rata pelapisan menunjukkan kecenderungan menurunnya laju korosi lapisan nikel dan krom yang melekat pada baja karbon rendah dengan lamanya waktu pelapisan.

Hasil pengujian laju korosi (mm/yr) rata-rata pelapisan menunjukkan kecenderungan menurunnya laju korosi lapisan nikel dan krom yang melekat pada baja karbon rendah dengan lamanya waktu pelapisan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pelapisan maka semakin banyak pula nikel atau krom yang menempel dan terjadi pemborosan waktu untuk biaya pelapisan itu sendiri. Secara umum laju korosi akan mengalami penurunan apabila dilakukan proses elektroplating dengan logam nikel maupun krom yang menempel pada benda kerja yang diendapkan dan laju korosi mengalami penurunan pada setiap variasi waktu pelapisan nikel maupun krom.

Namun dalam penelitian ini kita tidak boleh terpaku dengan hasil grafik nilai laju korosi yang semakin tebal lapisan maka semakin menurun juga laju korosinya, dikarenakan pada proses elektroplating semakin bertambahnya ketebalan lapisan bisa terjadi kemungkinan semakin meningkatnya laju korosi pada spesimen yang kita uji, hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian dari Edi Widodo, dengan judul skripsi “Analisa Laju Pelapisan Chrooming pada baja ST-40”, yang menyebutkan bahwa semakin bertambahnya waktu pelapisan krom, maka semakin tinggi pula laju korosinya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kali ini belum dapat dijadikan sebagai acuan mendasar pada waktu optimal yang diinginkan, untuk mengetahuinya kita dapat membuat tambahan waktu dari 65 menit ke waktu yang lebih lama lagi untuk mengetahui hasil naik atau berkurangnya laju korosi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan serta pembahasan tentang pengaruh variasi waktu pelapisan dengan metode elektroplating nikel dan krom diketahui bahwa perbedaan variasi waktu pelapisan krom dengan metode elektroplating terhadap laju korosi pada baja karbon rendah menunjukkan pengaruh laju korosi yang signifikan. Pada spesimen dengan pelapisan krom menggunakan variasi waktu 65 menit cenderung memiliki laju korosi relatif rendah atau lebih baik dibandingkan dengan variasi waktu 35 dan 45 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelapisan dengan sedikit waktu mengakibatkan laju korosi semakin tinggi, begitu juga dengan pelapisan menggunakan waktu yang lama, semakin banyak waktu hasil laju korosi semakin baik, karena semakin lama proses pelapisan, maka semakin banyak pula lapisan nikel yang menempel pada spesimen atau benda yang dilapisi. Namun jika dibandingkan antara pelapisan nikel dengan krom keduanya memiliki perbedaan, pada pelapisan krom memiliki laju korosi yang lebih baik dibandingkan dengan pelapisan nikel.

B. Saran

Dari simpulan di atas maka didapatkan beberapa saran, sebagai berikut:

1. Pemilik usaha pelapisan elektroplating sebaiknya selalu menjaga kebersihan lingkungan, peralatan mekanis, dan benda kerja yang dilapisi.
2. Untuk penelitian selanjutnya bahwa penelitian mengenai pelapisan elektroplating tidak hanya krom dan nikel tetapi masih ada beberapa cara pelapisan yang lain.
3. Untuk penelitian selanjutnya agar lebih hati-hati pada pembersihan permukaan benda kerja yang akan dilapisi supaya lapisan yang dihasilkan lebih baik lagi.
4. Pada pengujian laju korosi harus menggunakan peralatan standar sesuai dengan kebutuhan dan keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinar, Sindhi Pratamaet. 2018. *Analisis Pelapisan Nikel Krom Terhadap Laju Korosi Pada Knalpot Sepeda Motor*. Jurnal Teknik Mesin Univ. Negeri Surabaya. Vol 06 No 03 Tahun 2018.
- Fajar Sidiq, 2013. “*Analisa Korosi dan Pengendaliannya*” Jurnal dari Teknik Perkapalan Universitas Pancasakti Tegal.
- Hakim, AR. 2012. *Analisa Korosi Atmosfer pada material Baja Karbon Sedang di Kota Semarang*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Kaban, Hadir, dkk. 2010. *Menguji kekuatan bahan elektroplating pelapisan nikel pada subtrat besi dengan uji impak*. Jurnal Penelitian Sains Vol. 13 No 3B. September 2010.
- Kevin J, Pattireum, Fentje A.Rauf, Romels Lumintang. 2013. *Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H_2SO_4* . Jurnal Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado, Tahun 2013.
- M Yusrul Niam A, Helmi Purwanto Dan Sri Mulya Bondan Respati. 2017. “*Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel Krom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan Dan Kekasaran Lapisan*”. Jurnal dari Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Tahun, 2017.
- Purwanto dan Huda, 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Raharjo, Samsudi. 2008. *Pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu proses electroplating terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja karbon rendah dengan krom*. Jurnal Penelitian Unimus.
- Riyanto, Ph.D. 2013. *Elektrokimia dan aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu Yogyakarta.

- Rusnoto, 2017. *Analisa postur kerja pada pewarnaan batik tulis celup mesin, dan tradisional menggunakan metode rapid upper limb assessment*. Universitas Pancasakti Tegal.
- Saleh, Azhar. 2014. *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.
- Soebyakto, 2014. “*Pengaruh Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi Internal Pipa*” Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
- Smallman, R.E. 2009. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Utomo, Budi. 2009. *Jenis Korosi Dan Penanggulanya*. Jurnal dari Teknik Perkapalan Universitas Dipenogoro Tahun, 2009.
- Van, Vlack. 1984. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu logam dan bukan logam)*. Jakarta: Erlangga.
- Yustiasih, Purwaningrum. 2006. *Karaktererisasi Sifat Fisis Dan Mekanis Sambungan Las SMAW Baja A-287 Sebelum Dan Sesudah PWHT*. Jurnal dari Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Tahun, 2006.

LAMPIRAN

FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Proses pengujian korosi



Mesin Penguji korosi AMT 810e



Pencatatan hasil uji korosi



Proses pengamplasan spesimen



Spesimen Raw Material



Spesimen hasil pelapisan nikel (Ni)



Spesimen hasil pelapisan Krom (Cr)



Proses pelapisan Krom



Proses pencucian benda uji/spesimen



Proses pelapisan Nikel



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL UJI KOROSI

No	Spesimen	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Kehilangan Berat (gr)	Laju Korosi (MPY)
1	35 Ni 1	7.16	7.14	0.02	0.0385
2	35 Ni 2	7.21	7.20	0.01	0.0199
3	35 Ni 3	7.18	7.16	0.02	0.0425
4	35 Cr 1	7.13	7.12	0.01	0.0239
5	35 Cr 2	7.24	7.23	0.01	0.0229
6	35 Cr 3	7.08	7.07	0.01	0.0245
1	45 Ni 1	7.14	7.11	0.03	0.0462
2	45 Ni 2	7.17	7.16	0.01	0.0165
3	45 Ni 3	7.17	7.16	0.01	0.0166
4	45 Cr 1	7.17	7.16	0.01	0.0205
5	45 Cr 2	7.22	7.15	0.07	0.1431
6	45 Cr 3	7.27	7.26	0.01	0.0184
1	65 Ni 1	7.24	7.23	0.01	0.0102
2	65 Ni 2	7.27	7.23	0.04	0.0372
3	65 Ni 3	7.14	7.13	0.01	0.0115
4	65 Cr 1	7.11	7.10	0.01	0.0143
5	65 Cr 2	7.24	7.23	0.01	0.0131
6	65 Cr 3	7.19	7.18	0.01	0.0131

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Keterangan:

1. Pengujian laju korosi menggunakan metode perendaman
2. Pengambilan data dilakukan tanggal 26 Oktober dan 16 November 2019





LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
SURAT KETERANGAN

Laboratorium Bahan Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM menerangkan bahwa:

Nama : Muhammad Santoso
 NIM : 6415500066
 Jurusan : Teknik Mesin
 Fakultas : Teknik
 Institusi : Universitas Pancasakti Tegal

Telah melakukan **pengujian laju korosi** menggunakan *Electronic Balance* pada tanggal 26 Oktober 2019 dan 16 November 2019 di Laboratorium Bahan Teknik untuk Skripsi dengan judul "**Analisa Laju Pelapisan Krom dan Nikel dengan Proses Elektroplanting pada Baja Karbon Rendah (Clamp Pipe) dengan Variasi Waktu Part Number K.H.V 11020**".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 November 2019

Ka. Sub Lab. Bahan Teknik



Lilik Dwi Setyana, ST., MT

NIP. 197703312002121002



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek L.I.K Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S/97 Benda Uji : Sesuai Produk
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Clamp Pipe
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,03	0,03	0,03
Si	0,01	0,01	0,01
Mn	0,18	0,18	0,18
P	0,01	0,01	0,01
S	0,02	0,01	0,02
Cr	0,04	0,03	0,03
Mo	0,01	0,01	0,01
Ni ^{*)}	0,23	0,03	0,13
Cu	0,06	0,06	0,06
Fe	99,3	99,5	99,4

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.

Tegal, 11 Desember 2019
Manajemen Teknis
UPTD
LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Eko Subianto, ST
NIP. 19412010312006041093

PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal

UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name	Type	Measure Date Time	Recalculation Date Time	Origin	Method Name	Method Version	Operator Name	Correction Type	Type Cont Sample Name				
Clamp Pop-12/2019 5/05/5/97	Unknown	09-Dec-19 12:29 PM	09-Dec-19 12:13:31 PM	Measured	Fe-10-MO		Spectro						
Check Type	Check Status	Grade Verification Name		Grade Verification Similarity		Grade Search Name		Search Similarity					
None	Not-Used			0 %				0 %					
Sample Name	Sample ID	Grade ID	Customer Name										
Clamp Pile			12/2019 5/05/5/97										
Elements													
Conc.													
Meas	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Co				
	%	%	%	%	%	%	%	%	%				
1	0.033	0.010	0.18	0.010	0.018	0.036	0.007	0.23	0.040				
2	0.032	0.012	0.18	0.011	0.014	0.031	0.008	0.029	0.039				
<X>	0.033	0.011	0.18	0.010	0.015	0.034	0.007	0.13	0.039				
Mean	0.033	0.011	0.18	0.010	0.015	0.034	0.007	0.13	0.039				
Meas	Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	Zr				
	%	%	%	%	%	%	%	%	%				
1	0.059	<0.003	<0.0010	<0.002	<0.030	<0.010	0.010	0.012	<0.003				
2	0.061	<0.003	<0.0010	<0.002	<0.030	<0.010	0.010	0.010	<0.003				
<X>	0.060	<0.003	<0.0010	<0.002	<0.030	<0.010	0.010	0.011	<0.003				
Mean	0.060	<0.003	<0.0010	<0.002	<0.030	<0.010	0.010	0.011	<0.003				
Meas	Ce	B	Zn	La	Fe								
	%	%	%	%	%								
1	0.010	0.0007	0.005	<0.002	99.3								
2	0.011	<0.0005	0.005	<0.002	99.5								
<X>	0.011	0.0006	0.005	<0.002	99.4								
Mean	0.011	0.0006	0.005	<0.002	99.4								

DIKAS PERUMBAK

UPTD

KELOMPOK PUSAT

KABUPATEN TEGAY

2019





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek L.I.K. Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S/96.4 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 35 Menit (Ni)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,05	0,05	0,05
Si	0,02	0,02	0,02
Mn	0,10	0,11	0,11
P	0,01	0,02	0,01
S	0,08	0,06	0,07
Cr	0,01	0,01	0,01
Mo	0,02	0,02	0,02
Ni ^{*)}	36,38	30,96	33,67
Cu	0,04	0,03	0,03
Fe	62,8	68,3	65,6

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.



PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal



UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name	Type	Measure Date Time	Recalculations Date Time	Origin	Method Name	Method Version	Operator Name	Correction Type	Type Corr Sample Name
Base ST 37 05 Varasi (N) 12/2019 596596 4	Unknown	08-Dec-19 11:53:15 AM	09-Dec-19 11:54:34 AM	Measured	Fe-30-N		Spectro	None	
Check Type	Check Status	Grade Verification Name			Grade Verification Similarity		Grade Search Name		
None	Not-Idd				0 %				
Sample Name	Sample ID	Grade ID	Customer Name						
Base ST 37 05 Varasi Wadalu 35 Merak (N)			12/2019 596596 4						
Elements Conc.									
Meas	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	
	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	0.050	0.021	0.10	0.012	0.076	0.009	0.022	36.38	Conc.
2	0.047	0.020	0.11	0.015	0.065	0.013	0.021	30.96	Conc.
<2>	0.048	0.020	0.11	0.014	0.071	0.011	0.022	31.67	Conc.
Mean	0.048	0.020	0.11	0.014	0.071	0.011	0.022	31.67	Conc.
Meas	Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	
	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	0.035	<0.005	0.017	<0.002	0.049	0.012	0.003	0.009	Conc.
2	0.034	<0.005	0.008	<0.002	0.050	0.010	0.006	0.009	Conc.
<2>	0.034	<0.005	0.012	<0.002	0.050	0.011	0.004	0.009	Conc.
Mean	0.034	<0.008	0.012	<0.006	0.050	0.011	0.004	0.009	Conc.
Meas	B	N	Fe						
	%	%	%						
1	0.004	0.31	62.8						
2	0.003	0.28	63.3						
<2>	0.003	0.30	63.8						
Mean	0.003	0.30	63.6						

UP ID

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34

09-12-2019 11:54:34





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S.96.3 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 35 Menit (Cr)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,04	0,08	0,06
Si	0,04	0,04	0,04
Mn	0,05	0,04	0,04
P	0,00	0,01	0,01
S	0,10	0,08	0,09
Cr	0,02	0,02	0,02
Mo	0,03	0,03	0,03
Ni ^{*)}	>55,2	>55,2	>55,2
Cu	0,03	0,03	0,03
Fe	44,06	43,89	43,98


*) Tidak termasuk dalam Lingkup.




1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
 2. Tidak dapat dijadikan acuan pengambilan keputusan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal




UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name	Type	Measure Date Time	Recalculation Date Time	Origin	Method Name	Method Version	Operator Name	Connection Type	Type Curt Sample Name
Baja ST 37 0g Variasi Waku 35 Menit (C) 12/2019 596/596 3	Unknown	08-Dec-19 11:42:54 AM	08-Dec-19 11:44:21 AM	Measured	Fe-30-A		Spectro	None	
Check Type	Check Status	Grade Verification Name			Grade Verification Similarity				
None	Not Used				0 %				
Sample Name	Sample ID	Grade ID	Customer Name						
Baja ST 37 0g Variasi Waku 35 Menit (C)			12/2019 596/596 3						
Conc.									
									
Meas	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	
	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	0.043	0.037	0.046	0.005	0.099	0.018	0.029	0.029	Conc.
2	0.065	0.035	0.042	0.009	0.084	0.018	0.029	>55.2	0.045
<?>	0.064	0.036	0.044	0.007	0.091	0.017	0.029	>55.2	0.044
Mean	0.064	0.036	0.044	0.007	0.091	0.017	0.029	>70.7	0.044
Meas	Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	Ca
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.033	0.019	0.018	0.002	0.11	0.020	<0.002	<0.005	Conc.
2	0.030	0.020	0.017	<0.002	0.12	0.020	<0.002	<0.005	0.0010
<?>	0.032	0.020	0.018	0.002	0.11	0.020	<0.002	<0.005	0.004
Mean	0.032	0.020	0.018	<0.002	0.11	0.020	<0.002	<0.003	0.003
Meas	B	N	Fe						
	%	%	%						
1	0.008	0.15	44.08						
2	0.008	0.30	43.89						
<?>	0.007	0.23	43.98						
Mean	0.007	0.23	28.48						







DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp./Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S/96.2 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 45 Menit (Ni)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,04	0,11	0,07
Si	0,03	0,02	0,03
Mn	0,11	0,10	0,11
P	0,00	0,01	0,00
S	0,04	0,06	0,05
Cr	0,02	0,02	0,02
Mo	0,03	0,02	0,03
Ni ^{*)}	26,93	40,29	33,61
Cu	0,02	0,05	0,03
Fe	72,4	58,9	65,7

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.



PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Tegal



UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name	Type	Measure Date Time	Reanalysis Date Time	Origin	Method Name	Method Version	Operator Name	Connection Type	Tag/Out Sample Name
Blau ST 37 09 Varian Waktu 45 Menit (14/12/2018 5:58:56.2)	Unknown	09-Dec-18 11:32:20 Ad	09-Dec-18 11:37:07 Ad	Measured	Fe-30/04		Sjamsy	None	
Check Type	Check Status	Grade Verification Name			Grade Verification Similarity			Grade Search Name	
None	Not Used				0 %			Grade Search Similarity	
Sample Name	Sample ID	Grade ID	Customer Name						
Blau ST 37 09 Varian Waktu 45 Menit (14/12/2018 5:58:56.2)			11/2018-596-596.2						
Elements									
Conc.									
Index	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Co
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.035	0.035	0.11	<0.003	0.040	0.018	0.029	0.03	0.017
2	0.11	0.023	0.10	0.008	0.061	0.021	0.024	0.029	0.002
<7>	0.073	0.029	0.11	0.008	0.091	0.019	0.028	0.03	0.002
Mean	0.073	0.028	0.11	<0.003	0.061	0.019	0.028	0.03	0.002
Index	Cu	Mb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	Ca
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.021	<0.005	0.003	<0.003	0.078	0.005	<0.002	0.011	0.005
2	0.048	0.006	0.008	0.004	0.050	<0.003	<0.002	<0.002	0.007
<7>	0.033	0.006	0.008	0.003	0.064	0.003	<0.002	0.008	0.004
Mean	0.033	<0.001	0.008	0.003	0.064	0.003	<0.002	0.007	0.004
Index	B	N	Fe						
	%	%	%						
1	0.002	0.22	72.4						
2	0.002	0.14	58.9						
<7>	0.002	0.18	65.7						
Mean	0.002	0.18	65.7						





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S.96.1 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 45 Menit (Cr)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,03	0,09	0,06
Si	0,04	0,12	0,08
Mn	0,09	0,05	0,07
P	0,01	0,01	0,01
S	0,06	0,12	0,09
Cr	0,01	0,02	0,01
Mo	0,02	0,03	0,03
Ni ^{*)}	40,91	>55,2	48,05
Cu	0,04	0,21	0,13
Fe	58,1	43,40	50,8

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.



PERHATIAN :

1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal



UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name Baja ST 37 00 Varian Waktu 45 Menit (C) 120216 595556.1	Type Unknown	Measure Date 09 Dec-18 11:21:25 AM	Recalculation Date 09 Dec-18 11:22:14 AM	Origin Measured	Method Name Fe-Mn-N	Method Version	Operator Name Spectro	Correction Type None	Type Cert Sample Name
Check Type None	Check Status Not Used	Grade Verification Name	Grade Verification Name	Grade Verification Similarity 0 %	Grade Search Name	Grade Search Similarity 0 %			
Sample Name Baja ST 37 00 Varian Waktu 45 Menit (C)	Sample ID	Grade ID	Customer Name						
			120219 596596.1						

Elements	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Co
Mass	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.032	0.036	0.062	0.013	0.062	0.011	0.025	40.91	0.002
2	0.062	0.12	0.047	0.013	0.12	0.018	0.026	55.2	0.043
<>	0.062	0.079	0.070	0.013	0.093	0.014	0.026	48.05	0.038
Mean	0.062	0.079	0.070	0.013	0.093	0.014	0.026	54.2	0.029

Elements	Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	Zr	Ca
Mass	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.037	<0.005	0.008	<0.002	0.069	0.018	<0.002	0.013	<0.003	<0.005
2	0.21	0.013	0.026	0.002	0.079	0.021	0.003	<0.005	<0.003	0.025
<>	0.13	0.009	0.017	0.002	0.074	0.019	0.002	0.009	<0.003	0.003
Mean	0.13	0.006	0.017	<0.001	0.074	0.019	<0.002	0.008	<0.003	0.003

Elements	B	N	Fe
Mass	%	%	%
1	0.008	0.47	58.1
2	0.018	0.48	43.40
<>	0.012	0.48	50.8
Mean	0.012	0.48	44.58



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S/96.5 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 65 Menit (Ni)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,04	0,04	0,04
Si	0,03	0,02	0,03
Mn	0,10	0,10	0,10
P	0,01	0,01	0,01
S	0,05	0,06	0,05
Cr	0,01	0,01	0,01
Mo	0,02	0,02	0,02
Ni ^{*)}	38,68	38,65	38,52
Cu	0,05	0,11	0,08
Fe	60,7	60,9	60,8

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.



PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal



UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN KAB. TEGAL

Sample Result Name	Type	Measure Date Time	Recalculation Date Time	Origin	Method Name	Method Version	Operator Name	Correction Type	Type Curr Sample Name
Baja ST 37 dg Variasi Waktu 60 Menit (Ni) (N1)12/2019 5905596.5	Unknown	09-Dec-19 12:00:25 PM	09-Dec-19 12:01:01 PM	Measured	Fe-30-N		Spectro	None	
Check Type	Check Status	Grade Verification Name		Grade Verification Similarity		Grade Search Name			
None	Not Used			0 %					
Sample Name	Sample ID	Grade ID	Customer Name						
Baja ST 37 dg Variasi Waktu 60 Menit (Ni)			12/2019 5905596.5						

Elements		Conc.																	
Meas.		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al									
1	Conc.	0.036	0.033	0.100	0.006	0.049	0.013	0.021	38.68	0.030	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.
2	Conc.	0.043	0.025	0.10	0.006	0.058	0.011	0.021	38.35	0.030	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.
<>	Conc.	0.040	0.029	0.10	0.006	0.053	0.012	0.021	38.52	0.030	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.
Mean	Conc.	0.040	0.029	0.10	0.006	0.053	0.012	0.021	38.52	0.030	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.

Meas.		Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Sn	As	Zr	Ca
1	Conc.	0.053	<0.005	0.010	<0.002	0.055	0.010	<0.002	<0.005	<0.003	Conc.
2	Conc.	0.11	<0.005	0.007	<0.002	0.062	<0.010	<0.002	<0.005	<0.003	Conc.
<>	Conc.	0.079	<0.005	0.008	<0.002	0.059	0.010	<0.002	<0.005	<0.003	Conc.
Mean	Conc.	0.079	<0.001	0.008	<0.001	0.058	<0.008	<0.006	<0.004	<0.006	Conc.

Meas.		B	N	Fe
1	Conc.	0.005	Conc.	Conc.
2	Conc.	0.005	60.7	60.9
<>	Conc.	0.005	0.20	60.8
Mean	Conc.	0.005	0.20	60.8





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 12/2019.596/S/96.6 Benda Uji : Sesuai Standar ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : MOHAMAD SANTOSO Objek uji : Baja ST 37 dengan Variasi 65 Menit (Cr)
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 9 Desember 2019 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 9 Desember 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,04	0,04	0,04
Si	0,04	0,04	0,04
Mn	0,06	0,06	0,06
P	0,00	0,00	0,00
S	0,08	0,09	0,08
Cr	0,02	0,02	0,02
Mo	0,03	0,03	0,03
Ni ^{*)}	>55,2	>55,2	>55,2
Cu	0,04	0,04	0,04
Fe	44,16	44,13	44,15

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.

Tegal, 11 Desember 2019
Manajer Teknis
UPTD
LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Eko Supriyanto, ST
KABUPATEN TEGAL 200604 1 093

PERHATIAN:
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kab. Tegal Kabupaten Tegal